میں سائنسدان کیسے بنا؟

اردُو ترجمہ: سائنسدان بننے کے ایک سو جواز

“One Hundred Reasons to be a Scientist”
Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy



زیرِ ادارت:
ڈاکٹر امتنان الٰہی قریشی

ادارتی کمیٹی:
ڈاکٹر محمد اشرف عطا
ڈاکٹر خالد رشید
ڈاکٹر محمد اسلم خان
سیّدہ نسرین سُلطانہ

مترجم:
ظہیر جاوید

اشاعت
کامسیٹس انسٹیٹیوٹ آف انفارمیشن ٹیکنالوجی، اسلام آباد، پاکستان
سائنس اور ٹیکنالوجی کمیشن برائے جنوبی ممالک کی پائیدار ترقی (کامسیٹس)
جنوری 2016

میں سائنسدان کیسے بنا؟

اردُو ترجمہ: سائنسدان بننے کے ایک سو جواز

"One Hundred Reasons to be a Scientist"
Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy

زیرِ ادارت:
ڈاکٹر امتنان الٰہی قریشی

ادارتی کمیٹی:
ڈاکٹر محمد اشرف عطا
ڈاکٹر خالد رشید
ڈاکٹر محمد اسلم خان
سیّدہ نسرین سُلطانہ

مترجم:
ظہیر جاوید

اشاعت
کامسیٹس انسٹیٹیوٹ آف انفارمیشن ٹیکنالوجی، اسلام آباد، پاکستان
سائنس اور ٹیکنالوجی کمیشن برائے جنوبی ممالک کی پائیدار ترقی (کامسیٹس)
جنوری 2016

جملہ حقوق بحق کامسیٹس محفوظ ہیں

عالمی معیاری کتاب نمبر ISBN 978-969-7659-01-2

☆

طبع اوّل		جنوری 2016
تعداد	....	1000
قیمت	....	1250 روپے
فنی تدوین	....	عبدالرحیم خان/ ڈاکٹر انجم حمید ادارۂ فروغِ قومی زبان
کمپوزنگ و تزئین	....	منظور احمد ادارۂ فروغِ قومی زبان
معاون کمپوزر	....	عمران چوہدری کامسیٹس
اہتمامِ اشاعت	....	کامسیٹس انسٹیوٹ آف انفارمیشن ٹیکنالوجی
طابع:	....	پرنٹ ماسٹر اسلام آباد 051-2822266
ناشر	....	مرکزی دفتر، سائنس اور ٹیکنالوجی کمیشن برائے جنوبی ممالک کی پائیدار ترقی (کامسیٹس)، اسلام آباد، پاکستان

(Commission on Science and Technology for Sustainable Development in the South (COMSATS), Islamabad, Pakistan)

تکنیکی مشاورتی کمیٹی

1۔	ڈاکٹر کمال الدین	(نظریاتی طبیعیات)
2۔	ڈاکٹر فریدہ طاہر	(نظریاتی طبیعیات)
3۔	ڈاکٹر منصور بیگ	(تجرباتی طبیعیات)
4۔	ڈاکٹر طارق الرّحمان	(تجرباتی طبیعیات)
5۔	ڈاکٹر ارشد سلیم بھٹی	(تجرباتی طبیعیات)
6۔	ڈاکٹر سلیم اصغر	(سیّال حرکیات)
7۔	ڈاکٹر معزالدّین خان	(سیّال حرکیات)
8۔	ڈاکٹر خالدہ نور	(ریاضی)
9۔	ڈاکٹر اختر حسین	(ریاضی)
10۔	ڈاکٹر ریحانہ رشید	(کیمسٹری)
11۔	ڈاکٹر شہزاد ملک	(کیمسٹری)
12۔	ڈاکٹر سجّاد محسن	(کمپیوٹر سائنس)
13۔	ڈاکٹر شہزاد مفتی	(بیالوجی)
14۔	ڈاکٹر ممتاز فاطمہ جعفری	(نفسیات)

فہرست

پیش لفظ

امتنان الٰہی قریشی*

(Imtinan Elahi Qureshi)

سائنس اور ٹیکنالوجی کمیشن برائے جنوبی ممالک کی پائیدار ترقی، اسلام آباد، پاکستان

(Commission on Science and Technology for Sustainable Development in the South (COMSATS))



زیرِ نظر کتاب کی انگریزی میں پہلی اشاعت 'عبدالسلام عالمی ادارہ برائے نظریاتی طبیعیات' (Abdus Salam - International Centre for Theoretical Physics, AS-ICTP) کے زیرِ اہتمام 2004ء میں ہوئی تھی۔ یہ کتاب ان عالمی شہرت یافتہ سائنس دانوں کے مختصر حالاتِ زندگی پر مشتمل ہے جنہوں نے اپنی لگن، محنت اور جذبہ تحقیق کی بدولت مایہ ناز کامیابیاں حاصل کیں۔ سائنس دانوں نے خود اپنے الفاظ میں بڑی خوبصورتی کے ساتھ ان حالات اور وجوہات کا ذکر کیا ہے، جنہوں نے علم و تحقیق کے میدان میں ان کی ترقی کے امکانات روشن کیے۔ انہیں پڑھ کر ایک قاری کو احساس ہوتا ہے کہ تجسس و جستجو انسانی فطرت کا ایک ارفع پہلو ہے جس سے بنی نوع انسان کی ترقی کی راہیں کھلتی ہیں اور انسانی فکر کے کمالات ظہور پذیر ہوتے ہیں۔ خاص طور پر نوجوان طالب علموں کے لیے یہ کتاب تحقیقی میدان میں قدم رکھنے کی تحریک پیدا کر سکتی ہے۔

یہ بات خاصی حیران کن ہے کہ سائنسی میدان میں نمایاں حیثیت حاصل کرنے والوں میں ایسے لوگ بھی شامل ہیں جن کو تعلیم و تربیت کے اعلیٰ مواقع حاصل نہیں ہوئے، لیکن وہ اپنے شوق، محنت اور فطری صلاحیتوں کے بل بوتے پر دنیا کے عظیم سائنسدانوں کی صف میں شامل ہو گئے۔ یہ سچ ہے کہ علم و ہنر کسی خاص قوم، نسل اور علاقے کی میراث نہیں۔ فطرت کے رازوں کے متلاشی جس دور میں اور جس جگہ موجود ہوں اپنی منزل پا لیتے ہیں، شرط فقط عقلِ سلیم اور مقصد کی لگن ہے۔ چند باتیں جو ان تمام محققین میں مشترک نظر آتی ہیں،

وہ انکا اوائل عمر سے ہی مطالعہ کا شوق، مشاہدہ اور غور وفکر کی عادت ہے۔ سوالات جن میں ' کیوں' اور ' کیسے' شامل ہوں انکے ذہن ِ رسا کو ہر دم مہمیز لگاتے رہتے ہیں، اور انکی کاوشوں کا محور انہی سوالوں کے جوابات کی تلاش ہوتا ہے۔

یہاں یہ کہنا بے جا نہ ہوگا کہ ترقی پذیر ممالک کے تعلیمی ادارے طلباء کے فطری تجسس کو جلا بخشنے کے بجائے انہیں اس بات پر مجبور کرتے ہیں کہ انہیں جو کچھ بتایا جائے اسے بلا چون و چرا تسلیم کر کے حافظہ نشین کر لیں۔ یہ طریقۂ تعلیم سائنس سے دلچسپی کو فروغ دینے میں مدد گار ثابت نہیں ہوسکتا۔ اسکے نتیجے میں بہترین استعداد رکھنے والے بیشتر نوجوان سائنس کو خشک اور ادق مضمون سمجھ کر اس سے متنفر ہو جاتے ہیں۔ ایک اچھا استاد طلباء کو سوال کرنے اور سوچنے پر ٹوکنے کے بجائے انکی ہمت افزائی کرتا ہے اور انہیں دلچسپ انداز میں غور وفکر کی دعوت دیتا ہے، مشاہدہ پر اکساتا ہے اور دلائل دینے کی مشق کرواتا ہے۔ ایسے تعلیمی ماحول اور سائنسی مشاغل سے طلباء میں یہ اعتماد پیدا ہوسکتا ہے کہ وہ سائنس کے کسی بھی مضمون میں اعلیٰ تعلیم حاصل کر کے خود بھی موجد بن سکیں یا ٹیکنالوجی کے میدان میں کارہائے نمایاں سرانجام دے سکیں۔ اعلیٰ تربیت یافتہ اساتذہ کے ساتھ ساتھ موزوں انداز میں مرتب کردہ کتابیں بھی سائنسی تعلیم میں اہم کردار ادا کرتی ہیں۔ خاص طور پر ایسی کتابیں جن میں سائنسی اصول دل نشین انداز، تصویروں، خاکوں اور جدولوں کی مدد سے سمجھائے گئے ہوں۔ سائنسی نظریوں کے خالق اور تکنیکی موجدین کی ذات اور حالاتِ کار کے بارے میں معلومات عام طور پر طلباء کے لیے بہت دلچسپی کا باعث ہوتی ہیں، جنہیں پڑھ کر انہیں اندازہ ہوتا ہے کہ بڑے بڑے سائنس دان بھی غلطیاں کرتے ہیں، اپنی غلطیوں کی اصلاح کرتے ہیں، تنقید برداشت کرتے ہیں اور آخر کار فطرت کے کسی راز کو پانے میں کامیاب ہوجاتے ہیں۔ اس طرح یہ کامیابی انکی ذاتی کامیابی ہی نہیں، بلکہ پوری انسانیت کی کامیابی بن جاتی ہے۔ میں وثوق کے ساتھ کہہ سکتا ہوں کہ اس کتاب میں معروف سائنس دانوں نے جو کچھ اپنے اور اپنے کام کے بارے میں لکھا ہے، اسے بغور پڑھ کر سائنس کے طلباء، سائنس کے اساتذہ، محققین اور سائنس سے دلچسپی رکھنے والے دیگر حضرات مختلف النوع سائنسی موضوعات سے نہ صرف متعارف ہوں گے بلکہ انکے بارے میں مزید معلومات حاصل کرنے کے خواہش مند بھی ہوں گے۔

2010ء میں AS-ICTP کی لائبریری کے دورے میں راقم اور ڈاکٹر جنید زیدی، ریکٹر کامسیٹس انسٹیٹیوٹ آف انفارمیشن ٹیکنالوجی (CIIT) نے یہ پیشکش کی تھی کہ اس کتاب کا اردو ترجمہ کروا کے AS-ICTP کو بھجوایا جائے گا۔ اس کام کی ذمّہ داری CIIT کی سینیئر لائبریرین محترمہ سیدہ نسرین سلطانہ کو سونپی گئی، جنہوں نے لائبریری کے مہتمم کے تعاون سے یہ فریضہ سرانجام دینے کے لیے مقتدرہ قومی زبان (موجودہ ادارہ

فروغِ قومی زبان) کی خدمات حاصل کیں۔ اس کٹھن کام کے لیے ایک معروف اور مستند مترجم جناب ظہیر جاوید صاحب کا انتخاب کیا گیا۔ تاہم سائنسدانوں کے انداز بیان کو مدّ نظر رکھتے ہوئے عمومی اور سائنسی معلومات سے متعلق تمام مواد کا عرق ریزی سے جائزہ لے کر تکنیکی لحاظ سے صحیح ترجمہ کے فرائض انجام دینے کے لیے راقم کی ادارت میں 2012ء میں ایک کمیٹی تشکیل دی گئی جسے متعلقہ علوم کے ماہرین کی ایک ٹیم کا تعاون حاصل تھا۔

اس کتاب کے موضوعات انتہائی متنوع، غیر معمولی حد تک جامع اور ہم عصر سائنس کی اعلیٰ ترین سطح کا احاطہ کرتے ہیں، جبکہ اردو زبان سائنسی اصطلاحات اور اندازِ بیان کو سمونے کی صلاحیت سے بہت حد تک محروم ہے۔ لہٰذا یہ بات قابلِ فہم ہے کہ سائنسی اور ادبی دونوں اعتبار سے صحیح ترجمہ کرنے میں بہت زیادہ وقت صرف ہوا۔ ادارتی ٹیم کے تمام ارکان اپنی پیشہ ورانہ سرگرمیوں کے ساتھ ساتھ جز وقتی طور پر اِس قابلِ قدر کاوش میں منہمک رہے اور نظر ثانی کے متعدد ادوار کے بعد بالآخر کتاب کی موجودہ شکل سامنے آئی۔ چونکہ ہر ممکنہ احتیاط کے باوجود اغلاط کی موجودگی اور اصلاح کی ضرورت کو رد نہیں کیا جا سکتا تھا اس لیے اس کتاب کے ابواب کو اکتوبر 2014 میں کامسیٹس (COMSATS) کی ویب سائٹ پر شائع کر دیا گیا تاکہ قارئین کے مشوروں اور اعتراضات کو سامنے رکھتے ہوئے ضرورت کے مطابق مسوّدہ میں مناسب ردوبدل کیا جا سکے۔ اس دوران کامسیٹس کے مرکزی دفتر میں ترجمہ شدہ مواد کی مزید تصحیح اور متعلّقہ برقی کتابت کا عمل جاری رہا۔ تاہم اہلِ علم خواتین وحضرات طبع اوّل کے مطالعہ کے بعد اگر نظر ثانی کی تجاویز تحریری طور پر زیرِ دستخطی کو ارسال کرنے کی زحمت کر سکیں تو اِسے قدر افزائی سمجھا جائے گا اور طبع دوئم میں بالحاظ ضرورت انہیں شامل کرنے میں تامّل نہیں کیا جائے گا۔

یہاں یہ ذکر کرنا ضروری ہے کہ اس کتاب کے اردو مسودہ میں ہر مضمون کے آخر میں شامل کردہ 'حواشی' اصل کتاب کا حصّہ نہیں ہیں۔ انہیں اردو قارئین کی سہولت کے لئے مختلف مأخذ سے حاصل کردہ معلومات کی روشنی میں مرتّب کیا گیا ہے، جبکہ صفحات کے زیریں حصّہ میں درج حوالے اور تبصرے مصنّفیں کے اپنے تحریر کردہ ہیں۔ اگر یہ کتاب کسی طالب علم کے لیے سائنس دان بننے کے عزم کی محرک ثابت ہوئی تو ادارتی کمیٹی، کامسیٹس اور ادارہ فروغِ قومی زبان کے لیے انتہائی قابل فخر بات ہو گی۔

حواشی

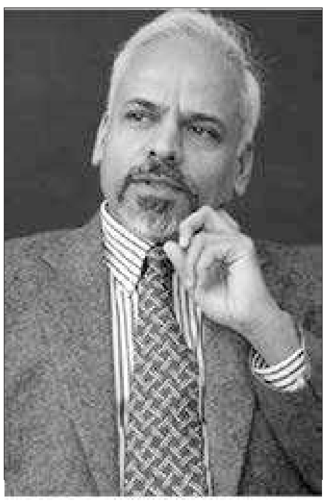
***تعارف :** امتنان الٰہی قریشی (Imtinan Elahi Qureshi) پاکستان میں قائم بین الاقوامی ادارہ کامسیٹس (COMSATS) کے ایگزیکٹوڈائریکٹر (Executive Director) ہیں۔ 2008ء میں اِس عہدہ پر فائز ہونے سے پہلے انہوں نے تین سال تک جینیوا میں پاکستان کے مستقل مِشن برائے اقوام متحدہ (Permanent Mission of Pakistan to United Nations, Geneva) میں بطور منسٹر (Minister) خدمات سرانجام دیں۔ ڈاکٹر قریشی 30 سال تک پاکستان اٹامک انرجی کمیشن (Pakistan Atomic Energy Commission) سے وابستہ رہے، جہاں انہوں نے ایٹمی، نیوکلیائی اور ذرّاتی طبیعیات میں سائنسی تحقیق اور تدریس کے فرائض انجام دیئے۔

دیباچہ

کاتے پلّی آر۔ سری نواسَن *
(Katepalli R. Sreenivasan)

عبدالسلام عالمی مرکز برائے نظریاتی طبیعیات، ٹری ایسٹے، اٹلی

(The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy)



ICTP Photo Archives, © Massimo Silvano

ہمارے دور کا یہ عجیب تضاد ہے کہ آج ہمارے معاشرے میں جہاں ٹیکنالوجی میں ہونے والی ترقی پر اس درجہ انحصار کیا جا رہا ہے جتنا اس سے پہلے کبھی نہیں کیا گیا وہیں بنیادی سائنسی علوم میں دلچسپی ہر سطح پر کم سے کم تر ہوتی جا رہی ہے۔ خاص طور پر ہائی اسکول کی سطح پر ذہین ترین طلباء کی سائنس کے مضامین میں برائے نام دلچسپی اس ضمن میں بہت مایوس کُن ہے۔ یہ صورتِ حال جس سے ترقی یافتہ اور ترقی پذیر دونوں ہی اقوام نچلی ترین سطح تک دوچار ہیں ہماری مشترکہ توجہ کی متقاضی ہے۔

اٹلی کے شہر ٹری ایسٹے میں قائم ''انٹرنیشنل سینٹر فار تھیوریٹیکل فزکس'' (International Centre for Theoretical Physics (ICTP)) جس کا نام اب اس کے بانی ڈائریکٹر پروفیسر ڈاکٹر عبدالسلام سے منسوب کر دیا گیا ہے، سائنسدانوں کے تمام طبقات تک سائنسی معلومات کی بہم رسانی اور سائنسی علوم کی ترویج و ترقی میں ہمیشہ پیش پیش رہا ہے۔ چنانچہ اپنے اس ادارے کی چالیسویں سالگرہ کے موقع پر ہم نے سوچا کہ زیرِ نظر کتاب کی اشاعت ایک قابلِ قدر عمل ہوگا۔ اس کتاب میں موجودہ دور کے نامور ترین سائنسدانوں کے ذاتی مشاہدات و تجربات پر مبنی بہت سے مضامین شامل کئے گئے ہیں۔ اپنے مضامین میں ان سائنسدانوں نے ایک تو یہ بتایا ہے کہ نوعمری کے زمانے میں سائنس سے متعلق کیا ایسی بات ان کے نوخیز ذہنوں کو بھائی جس نے اس مضمون میں ان کی گہری دلچسپی کو ہمیشہ قائم و دائم رکھا۔ دوسرے ان مصنفین نے اپنے ان مضامین میں یہ بھی بتایا ہے کہ سائنس کے وسیع علمی ذخیرے میں انہوں نے اپنی طرف سے کیا غیر معمولی اضافہ کیا ہے اور یہ بھی کہ آج کے دور

کے اُبھرتے ہوئے نئے سائنسدانوں کے لئے ان کا کیا پیغام ہے۔

اس کتاب کے لئے لکھنے والوں کا انتخاب کرتے وقت میں نے ایک تو سائنس کے میدان میں ان کے کارہائے نُمایاں کے اعلیٰ معیار کو اور دوسرے اس بات کو پیش نظر رکھا ہے کہ ان کا تعلق کسی نہ کسی طور ہمارے ادارے سے ضرور رہا ہو۔ جن لوگوں کو ہم نے اس کتاب کے لیے مضامین لکھنے کا دعوت نامہ ارسال کیا ان میں سے کوئی ایک سو کے لگ بھگ مصنفین نے بڑے ذوق وشوق سے ہماری دعوت کو شرفِ قبُولیت بخشا اور بڑے جوش وخروش سے اس کام میں شریک ہوئے۔ مجھے بہت خوشی ہے کہ آج میں انکی بھرپور کاوشوں کا نتیجہ اس کتاب کی صورت میں آپ کے سامنے پیش کر رہا ہوں۔ اس کتاب میں شامل ہر مضمون میں اگرچہ ایک بالکل مختلف پہلو کو موضوع بنایا گیا ہے تاہم ہر مصنف نے مضمون کو اتنے سہل انداز میں پیش کیا ہے کہ اسے سمجھنے کے لئے قارئین کا سائنسی ماہر ہونا یا اور کسی قسم کی خاص مہارت کا حامل ہونا ضروری نہیں ہے۔ بیشتر مصنفین نے جو بھی لکھا ہے دِل سے لکھا ہے اور بڑے سیدھے سادھے انداز میں اپنے تجربات کا نچوڑ پیش کر دیا ہے۔ مجھے یہاں یہ کہنے میں کوئی عار نہیں کہ ان مصنفین کا اس بھرپور سنجیدگی کے ساتھ ہماری دعوت کو قبول کرنا اور اس کتاب کے لیے یہ شاہکار مضامین لکھنا اس بات کی نشاندہی کرتا ہے کہ یہ سائنسدان ہمارے ادارے کے لیے اپنے دل میں بے حد احترام وعقیدت رکھنے کے ساتھ ساتھ اس ادارے کے اغراض ومقاصد کے ساتھ بہت گہری وابستگی بھی رکھتے ہیں۔ بصورتِ دیگر میں نہیں سمجھتا کہ کوئی بھی اور وجہ ان کو اس کام کے لیے اپنا اتنا سارا قیمتی وقت صرف کرنے اور اتنی بھرپور کاوشیں کرنے پر راغب کر سکتی تھی۔ میں اس کے لئے ان سب کا بے حد ممنون ہوں۔

مجھے امید ہے کہ یہ مضامین قارئین کے لیے بھی اتنے ہی بصیرت افروز ہوں گے جتنا کہ یہ میرے لیے ہیں۔ اپنے طالب علمی کے زمانے میں اگر مجھے یہ مضامین پڑھنے کا موقع ملتا تو یقیناً مجھے بہت مسرت ہوتی۔ مجھے یقین ہے کہ ہائی اسکول اور کالج کے نوجوان طلباء، جن کے لئے بنیادی طور پر مضامین کا یہ مجموعہ مرتب کیا گیا ہے، حسبِ توقع ان مضامین کے مطالعے پر کچھ وقت صرف کریں گے اور ان مضامین سے بھرپور طریقے سے مستفید ہوں گے۔ نوجوان طالب علموں کے علاوہ بلند ترین پائے کے تجربہ کار محققین کے لیے بھی یہ کتاب یقیناً دلچسپی سے خالی نہ ہوگی۔

بظاہر بہت سادہ اور سہل نظر آنے والے اس کام کی تکمیل کے لیے ہمیں اپنی سطح پر بھی بہت کام کرنے کی ضرورت تھی۔ مسز اے۔ گیٹی (Mrs. A. Gatti) نے اس کتاب کی اشاعت کے لیے جس محنت اور جانفشانی کے ساتھ کام کیا اس کے بغیر اس منصوبے کو حقیقت کا رُوپ دینا ہمارے لیے انتہائی مشکل تھا۔

ICTP لائبریری کے جناب ای۔فریٹنک (Mr. E. Fratnik) نے بھی ہمیں اپنا بہت سا قیمتی وقت اور قابل قدر تکنیکی مہارت فراہم کی۔اس کتاب کو شائع کرنے کے منصوبے کا اصلی محرک دراصل پروفیسر سی۔این۔ راؤ (Professor C. N. Rao) کے ساتھ ہونے والی گفتگو تھی۔میں ان تمام لوگوں کا بے حد ممنون ہوں۔

ICTP ایک خودمختار ادارہ ہے جو اٹلی کی حکومت، عالمی ادارہ برائے ایٹمی توانائی (International Atomic Energy Agency (IAEA)) اور ادارہ اقوامِ متحدہ برائے تعلیم، سائنس اور تہذیب (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)) کے درمیان ہونے والے ایک سہ فریقی معاہدے کے تحت وجود میں آیا۔

حواشی

*تعارف: کاتے پلّی آر۔سری نواسَن (Katepalli R. Sreenivasan) کا تعلق بھارت سے ہے۔ وہ 1947ء میں پیدا ہوئے۔انھوں نے اپنی تعلیم بنگلور یونیورسٹی میں مکمل کی اور 1975ء میں خلائی انجینئرنگ میں ڈاکٹریٹ کی ڈگری حاصل کی۔دوسال آسٹریلیا میں گزارنے کے بعد وہ امریکہ چلے گئے جہاں انھوں نے سائنس اور انجینئرنگ کے میدان میں 23 سال تک خدمات سرانجام دیں اور نمایاں حیثیت حاصل کی۔2004ء میں جب ICTP کے قیام کے چالیس برس مکمل ہوئے تو اس وقت کاتے پلّی آر۔سری نواسَن اس کے ڈائریکٹر تھے۔

1

ترقی پذیر ممالک میں سائنس اور سائنسدان †

(Science and Scientists in Developing Countries)

عبدالسلام *

(Abdus Salam)

عالمی مرکز برائے نظریاتی طبیعیات، ٹری ایسٹے، اٹلی

(International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy)



© Courtesy of Nick Jackson, Blackett Laboratory, Imperial College, London

میری پیدائش 1926ء میں جھنگ کے قصبے میں ہوئی ۔اُس وقت یہ علاقہ برطانوی ہند کا حصہ تھا اور اب پاکستان کی حدود میں ہے۔ میرے والد محکمۂ تعلیم میں بطور مدرس ملازم تھے جبکہ میری والدہ گھریلو خاتون تھیں۔ میرے چھ بھائی اور ایک بہن تھی۔ میرا یہ خاندان کسی اعتبار سے بھی امیر نہیں تھا، تاہم میرے والد میری تعلیم میں بڑی دلچسپی لیتے تھے۔ انھوں نے مجھ سے بڑی اُمیدیں وابستہ کر رکھی تھیں، اور یوں معلوم ہوتا تھا جیسے وہ انڈین سول سروس (آئی سی ایس) کو میرا مقدر سمجھتے ہیں، جس میں شامل ہونے کے لیے مقابلے کے کڑے امتحان سے گزرنا پڑتا تھا۔ البتہ میرا آئی سی ایس میں جانا ممکن نہیں ہوا اور حالات نے میری زندگی کا رخ کسی اور ہی طرف موڑ دیا۔

یہ 1936ء کی بات ہے۔ اسکول کا زمانہ تھا اور مجھے آج بھی یاد ہے کہ میرے ایک اُستاد نے ہمیں فطرت کی بنیادی قوتوں (basic forces of nature) پر لیکچر دیا تھا۔ انھوں نے اپنا لیکچر کشش ثقل سے شروع کیا جس کے بارے میں ہم نے پہلے ہی سن رکھا تھا۔ اس کے بعد انھوں نے بات کو یوں آگے بڑھایا تھا کہ ”بجلی! فطرت کی بنیادی قوتوں میں سے ایک قوت ہے، جو ہمارے قصبے جھنگ میں نہیں پائی جاتی بلکہ لاہور میں رہتی ہے جو یہاں سے سو میل مشرق میں ہے“۔ ہمارے اُستاد نے اسی زمانے میں کہیں ایٹمی قوت (nuclear

† یہ مضمون ڈاکٹر عبدالسلام کے مختلف انٹرویوز سے مرتب کیا گیا ہے۔ اس میں زیادہ تر جملے عبدالسلام کے ہی ہیں۔ ہم نے یہ مضمون اس لیے شامل کیا ہے تاکہ قارئین کو یہ معلوم ہو سکے کہ نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز کے قیام کے محرکات کیا تھے۔ (ادارہ)

(force) کے متعلق بھی سن لیا تھا۔اس کا ذکر کرتے ہوئے انھوں نے کہا کہ ''یہ قوت صرف یورپ میں پائی جاتی ہے''۔میں نے یہ باتیں اس لئے بیان کی ہیں تا کہ آپ یہ جان سکیں کہ ترقی پذیر ملکوں میں پڑھائی کیسے ہوتی تھی۔

جب میں چودہ برس کا تھا تو میں نے میٹرک اتنے اچھے نمبروں سے پاس کیا کہ ماضی کے تمام ریکارڈ ٹوٹ گئے۔ پھر میں نے گورنمنٹ کالج لاہور کا وظیفہ بھی حاصل کر لیا اور اس کامیابی کے بعد جب میں لاہور سے اپنے گھر واپس جھنگ پہنچا تو پورا قصبہ میرے استقبال کو اُمڈ آیا۔ میں نے اپنا پہلا تحقیقی مقالہ سولہ برس کی عمر میں لکھا تھا اور یہ ریاضی کے ایک جریدے میں شائع بھی ہوا تھا مگر اس وقت تک تحقیق میری دلچسپی کا مرکز نہیں بنی تھی۔ یہ شوق تو اس وقت جاگا جب میں کیمبرج یونیورسٹی پہنچا۔

یہ میری خوش قسمتی تھی کہ مجھے کیمبرج میں تعلیم حاصل کرنے کے لئے وظیفہ مل گیا۔ ہوا یوں کہ ان دنوں جنگ کی وجہ سے مشہور زمانہ انڈین سول سروس کے امتحانات معطل کر دیئے گئے تھے،اس لیے میری بچت ہو گئی اور میرے لیے ایک نیا راستہ یوں کھلا کہ پنجاب کے وزیرِ اعظم نے جنگی اخراجات کے لیے ایک فنڈ قائم کیا،اس میں جو رقم جمع ہوئی ، وہ جنگی ضرورتوں پر خرچ کرنے کے بعد بھی کچھ بچ گئی۔اس بچی ہوئی رقم سے پنجاب حکومت نے طلباء کے لئے بیرون ملک تعلیم کے پانچ وظائف جاری کیے۔ان میں سے ایک وظیفہ مجھے ملا اور 1946ء میں، میں کسی نہ کسی طرح اس بحری جہاز میں سوار ہونے میں کامیاب ہو گیا جو اُن برطانوی خاندانوں سے بھرا ہوا تھا جو ہندوستان کی آزادی سے پہلے واپس وطن جا رہے تھے۔اگر میں اس سال برطانیہ پہنچنے میں کامیاب نہ ہوتا تو پھر میں کیمبرج میں داخلہ نہیں لے سکتا تھا کیونکہ اس کے اگلے برس جب ہندوستان دو ملکوں، پاکستان اور بھارت میں تقسیم ہوا تو تعلیمی وظائف کا وہ پروگرام بھی ختم ہو گیا۔

کیمبرج کے پہلے دو برسوں میں، میں نے ریاضی کے اُس امتحان میں دونوں دفعہ اوّل پوزیشن حاصل کی جو ریاضی کا ٹرائی پوز[(i)] (Mathematics Tripos) کہلاتا ہے۔میرا وظیفہ تین سال کا تھا اور اب مجھے یہ فیصلہ کرنا تھا کہ دو سال ریاضی پڑھنے کے بعد کیا مجھے ریاضی ہی کی اعلیٰ تعلیم حاصل کرنی چاہیے، یعنی ریاضی ٹرائی پوز کا تیسرا سال مکمل کروں یا طبیعیات کے ٹرائی پوز میں حصہ لینا بہتر ہو گا۔ میں اسی الجھن میں تھا کہ میرے اُستاد فریڈ ہائیل[(ii)] (Fred Hoyle) نے مجھے مشورہ دیا کہ ''اگر تم ماہر طبیعیات بننا چاہتے ہو، چاہے تمھاری خواہش نظریاتی ماہر طبیعیات بننے کی ہی کیوں نہ ہو، تو مناسب ہو گا کہ تم کیونڈش (Cavendish) لیبارٹری میں تجربات کا کورس ضرور مکمل کرو۔اگر تم نے یہ نہ کیا تو تم طبیعیات میں تجربات کرنے والے سائنسدانوں سے کبھی آنکھیں نہیں ملا سکو گے''۔ میں نے ان کا مشورہ مانا اور اس کیونڈش لیبارٹری پہنچ

گیا جہاں رَدَرفورڈ[iii] (Rutherford) نے ایٹم کی ساخت پر اپنے تجربات مکمل کیے تھے۔ تجربات کے لیے کیونڈش ایک ممتاز لیبارٹری تھی اور دنیا بھر کے ماہرین طبیعیات کی نگاہوں کا مرکز بنی ہوئی تھی۔ تاہم میں تجرباتی آلات کو صبر وسکون سے استعمال کرنے والوں میں سے نہیں تھا۔ ایک اچھے تجرباتی سائنسدان کے لیے یہ انتہائی ضروری ہے کہ وہ ایسی چیزوں کے بارے میں بھی مکمل صبر وسکون سے کام لے جو پوری طرح اس کے قابو میں نہ ہوں۔ اب میرا خیال ہے کہ تجرباتی ہی نہیں بلکہ نظریاتی سائنسدان کو بھی برداشت اور تحمل سے کام لینا چاہیے۔ لیکن اُس کا واسطہ تو اُس کے اپنے پیدا کردہ، اپنے خیالات اور اپنی حماقتوں پر مبنی معاملات سے ہوتا ہے۔

مجھے اس لیبارٹری میں جو پہلا تجربہ دیا گیا، وہ سوڈیم کی دولہروں کے طول موج (wave length) میں فرق کی پیمائش کرنے کا تھا۔ ان لہروں کو ڈی لائنیز (D-lines) کہتے ہیں اور یہ سوڈیم کے طیف (spectrum) میں سب سے نمایاں ہوتی ہیں۔ میں نے اپنی سمجھ کے مطابق یہ سوچا کہ اگر میں گراف کے کاغذ پر پیمائش کے تین نقاط کو ایک سیدھی لائن کے ذریعے ملا سکوں تو مجھے میرے تجربے کا حاصل مل جائے گا۔ ریاضی میں خط مستقیم کھینچنے کے لئے دو نقطوں کی ضرورت ہوتی ہے اور اگر آپ تیسری پیمائش بھی کر لیتے ہیں تو ایک اور نقطہ حاصل ہو جاتا ہے۔ ان پیمائشوں میں سے دو تو بتائیں گی کہ یہ خط مستقیم ہے اور تیسرا نقطہ اس کی تصدیق کرے گا کہ یہ خط مستقیم ہی ہے۔

مجھے اس تجربے کے لیے آلات کو مرتب کرنا تھا۔ اس کام میں میرے تین دن لگ گئے۔ اس کے بعد میں نے تین الگ الگ پیمائشیں لیں اور انھیں اپنے نگران کے حوالے کر دیا، تاکہ وہ انھیں دیکھ کر مجھے مناسب نمبر دے سکیں۔ اس زمانے میں تجربات میں ملنے والے نمبر، فائنل امتحان کے نمبروں میں شامل کئے جاتے تھے۔ ہمارے تجربات کی نگرانی کرنے والوں میں سر ڈینس ولکن سن (Sir Denys Wilkinson) بھی شامل تھے۔ میں نے تجربات کے اپنے نتائج ان کے ہی سپرد کیے۔ انھوں نے میری بنائی ہوئی سیدھی لائن کو دیکھا اور پوچھا کہ ''تم کون سا مضمون پڑھتے رہے ہو؟'' میں نے جواب دیا ''ریاضی'' تو وہ بولے، ''میں نے بھی یہی اندازہ لگایا تھا۔ تمھیں یہ بات سمجھنی چاہیے کہ تمھیں صرف تین پیمائشیں نہیں لینی تھیں بلکہ ہونا تو یہ چاہیے تھا کہ تم ایک ہزار پیمائشیں کرتے اور دیکھتے کہ کیا سب سیدھی لائن کے اوپر واقع ہیں''۔ میں نے ان تجربات کے لئے آلات کو جس طرح ترتیب دیا تھا اسے میں ختم کر چکا تھا اور میں واپس جا کر پھر وہی کام نہیں کرنا چاہتا تھا، چنانچہ میں سال بھر یہی کوشش کرتا رہا کہ کہیں ڈینس ولکن سن سے میرا دوبارہ سامنا نہ ہو جائے۔
مجھے آج بھی 1949ء کا وہ دن یاد ہے جب نتائج کا اعلان ہوا اور میں اپنا نتیجہ دیکھنے کے لیے کیونڈش کے نوٹس بورڈ کے سامنے کھڑا تھا کہ ڈینس ولکن سن میرے پیچھے آ کر کھڑے ہو گئے، اور مجھے دیکھ کر بولے'' تم کس

درجے میں پاس ہوئے ہو؟''میں نے مودبانہ جواب دیا''درجہ اوّل میں جناب''۔وہ اپنی ایڑیوں پر تین سو ساٹھ درجے گھوم گئے اور ایک دائرہ مکمل کرنے کے بعد انھوں نے کہا''اس سے پتہ چلتا ہے کہ لوگوں کے بارے میں آپ کا اندازہ کتنا غلط ثابت ہوسکتا ہے''۔

میں 1951ء میں لاہور واپس چلا آیا اور یونیورسٹی میں پڑھانے لگا،لیکن اس طرح میں طبیعیات کی دنیا سے بالکل کٹ کر رہ گیا۔یہاں میرے لیے اپنے شعبے سے متعلق تحقیقی جریدوں کو حاصل کرنا اور طبیعیات کی دنیا سے باخبر رہنا بہت مشکل ہو گیا۔چنانچہ طبیعیات کے ماہر کا مقام برقرار رکھنے کے لیے مجھے اپنا وطن ایک بار پھر چھوڑنا پڑا۔اصل میں ترقی پذیر ملکوں کی سب سے بڑی کمزوری ہی یہ ہے کہ ان ملکوں میں کام کرتے ہوئے دوسروں کے ساتھ رابطہ نہیں رہتا۔پھر امیر ملکوں کے سائنسدانوں کو فنڈز کی جو سہولت حاصل ہوتی ہے اور انھیں ترقی کے جو مواقع ملتے ہیں،وہ سہولتیں اور مواقع ترقی پذیر ملکوں میں نہیں ہوتے۔نہ ہی ایک موضوع پر تحقیق کرنے والوں کا کوئی حلقہ ہوتا ہے جو مل بیٹھ کر غور وفکر کرسکیں۔ان سہولیات کی کمیابی اور اپنے ہم شعبہ سائنسدانوں سے روابط کے فقدان کے مسئلہ کو حل کرنے کے لیے میں نے 1964ء میں اٹلی کے شہر ٹری ایسٹے (Trieste) میں نظریاتی طبیعیات کا عالمی مرکز (International Centre for Theoretical Physics) قائم کیا۔اس عالمی مرکز کی طرف سے سائنسدانوں کو یہ سہولت دی جاتی ہے کہ وہ اپنا زیادہ وقت اپنے ہی ملکوں میں گزاریں مگر سال میں تین ماہ یا اس کے لگ بھگ وقت کے لیے مرکز میں آ کر تحقیق میں حصہ لیں،اپنے مضمون سے متعلق لوگوں سے ملیں،تبادلۂ خیال کریں،نئی نئی باتیں سیکھیں اور اپنے ملک اس عزم کے ساتھ واپس جائیں کہ وہ اپنے ملک میں سائنس اور ٹیکنالوجی کی شکل وصورت بدل کے رکھ دیں گے۔

میں جب 1954ء میں واپس کیمبرج پہنچا تو میں ایک لیکچرار اور سینٹ جانز کالج (St.John's College) کا فیلو بھی تھا۔تین سال بعد میں لندن کے امپیریل کالج (Imperial College) میں پروفیسر ہو گیا۔یہاں میں نظریاتی طبیعیات کے ماہرین کا ایک ایسا گروپ تشکیل دینے میں کامیاب ہو گیا جس کا دنیا بھر میں کوئی جواب نہیں تھا۔

میں نے طبیعیات کے پیشے میں اس وقت بلندیوں کو چھوا جب میں نے شیلڈن گلاشو (Sheldon Glashow) اور سٹیون وائن برگ (Steven Weinberg) کے ساتھ مشترکہ طور پر طبیعیات کا نوبل انعام حاصل کیا۔یہ 1979ء کی بات ہے جب ہمیں یہ انعام برقی مقناطیسی اور کمزور ایٹمی قوت کو ایک دوسرے میں ضم کرنے کے نظریے پر دیا گیا تھا۔ایک سال پہلے 1978ء میں، میں نے اس کا نام الیکٹرو ویک (electroweak)[iv] قوت رکھا تھا۔اس نظریے کا شمار طبیعیات کے شعبے میں بیسویں صدی کی بڑی دریافتوں

میں ہوتا ہے اور اس نظریے نے کچھ ایسی پیش گوئیاں کی تھیں جنھیں تجربات سے پرکھا جا سکتا تھا۔ ان میں سب سے نمایاں ایک نئے ذرّے کی موجودگی کا انکشاف تھا جو بہت ارفع توانائی پر ظہور پذیر ہوتا ہے۔ اس نظریہ کو درست ثابت کرنے کے لیے ہمیں اُن تجرباتی طبیعیات دانوں کو جو بنیادی ذرّوں کی اسراع کار مشینوں (accelerators) پر کام کرتے تھے، یہ باور کرانا پڑا کہ انہیں نئی مشینیں بنانے کی ضرورت ہے، جن کے ذریعے وہی کیفیت پیدا کی جا سکے جو کائنات کے وجود میں آنے کے ابتدائی چند لمحوں کی تھی۔ 1983ء میں وہ ذرات جنھیں ویکٹر بوزونز (vector bosons) کا نام دیا گیا تھا اور جن کی ہم نے پیش گوئی کی تھی، انھیں دریافت کر لیا گیا۔ اس سے ہمارے نظریے کی حتمی تصدیق ہوگئی۔ ان ذرات کو W^+، W^- اور Z^o سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ان ذرات کو چند لمحوں کے لیے سرن (v) (CERN) کی تجربہ گاہ کے اندر پیدا کردہ کائناتی ماحول میں دیکھا گیا تھا۔ ان کی لمحاتی موجودگی نے برقی مقناطیسی قوت میں کمزور ایٹمی قوت کے ادغام کا ہمارا وہ نظریہ درست ثابت کر دیا تھا جو مادے کی بنیادی فطرت کو بیان کرتا ہے۔ ہمارے نظریے کو تجربات کے ذریعے درست ثابت کرنے پر 1984ء میں کارلو روبیا (vi) (Carlo Rubbia) اور سائمن وان در میر (Simon van der Meer) کو نوبل انعام ملا۔

میں پہلے ان مشکلات کا ذکر کر چکا ہوں جو ترقی پذیر ملکوں میں سائنسدانوں کو پیش آتی ہیں اور میں اپنی بات کو اس اپیل پر ختم کرنا چاہوں گا کہ ترقی پذیر ممالک کو جہاں سائنس کے لئے بہت کم فنڈ زر کھے جاتے ہیں اور سائنسی برادری بہت مختصر ہے، سمجھنا چاہیے کہ ان کے ملک میں جو مرد اور خواتین سائنسدان ہیں وہ ان کا قیمتی اثاثہ ہیں۔ انھیں اپنے ملک میں سائنس اور ٹیکنالوجی کی ترقی کے لیے نہ صرف مواقع فراہم کیے جانے چاہئیں بلکہ انھیں اپنے ملک میں سائنس اور ٹیکنالوجی کی ترقی کی ذمہ داری سونپنی چاہیے۔ اکثر یہ ہوتا ہے کہ ترقی پذیر ملکوں میں ان سائنسدانوں سے بھی پوری طرح کام نہیں لیا جاتا جن کی تعداد ان ملکوں میں برائے نام ہوتی ہے۔ ترقی پذیر ملکوں کے لئے از بس ضروری ہے کہ وہ اپنے ملکوں میں سائنسدانوں کی تعداد میں اضافہ کریں کیونکہ سائنس اور ٹیکنالوجی کے معاملے میں دنیا کی یہ تقسیم کہ کس کے پاس ایسے علوم ہیں اور کس کے پاس نہیں ہیں، عدم توازن کو ظاہر کرتی ہے۔ ہمارا فرض ہے کہ ہم اس غیر مساوی تقسیم کی اصلاح کریں۔

حواشی

* **تعارف:** عبدالسلام (Abdus Salam) 1996ء–1926ء، نوبل انعام حاصل کرنے والے پہلے پاکستانی ہیں۔ آپ 1960ء سے 1974ء تک پاکستانی حکومت کے سائنسی مشیر رہے۔ اس دوران انھوں نے پاکستان میں خلا اور بالائی فضا کا تحقیقاتی ادارہ (Space and Upper Atmosphere Research Commission) قائم کیا یہ ادارہ سپارکو

(SUPARCO) کے نام سے پہچانا جاتا ہے۔ وہ پاکستان اٹامک انرجی کمیشن سے بھی وابستہ رہے۔ اُن کی شاندار سائنسی زندگی میں نمایاں کام پتّی۔سلام (Pati-Salam) ماڈل، مقناطیسی فوٹون (Magnetic Photon)، ویکٹر میزون (Vector Meson)، بے بار رو (Neutral Currents)، عظیم متحدہ نظریہ (Grand Unified Theory)، سپر تشاکل (Supersymmetry) اور سب سے اہم کام فطرت کی دو بنیادی قوتوں، برقی مقناطیسی قوت اور کمزور نیوکلیائی قوت (Weak Nuclear Force) کے اتحاد کا نظریہ تھا۔ ترقی پذیر ممالک میں سائنس کی ترویج کے لیے ان کا عظیم کارنامہ ''نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز'' کا قیام ہے۔

(i)۔ کیمبرج یونیورسٹی میں .B.A کی ڈگری کے لیے ریاضی کا کورس تین سال کا ہوتا ہے، جسے ٹرائی پوز (tripos) کہتے ہیں۔ پہلے سال ریاضی کے بنیادی مضامین جیسے الجبرا (Algebra)، تجزیہ (Analysis) کیلکولس (Calculus) اور امکانیات (Probability) پڑھائے جاتے ہیں۔ جب کہ دوسرے سال کچھ لازمی مضامین کے ساتھ اختیاری کورس ہوتے ہیں۔ تیسرے سال میں ریاضی سے متعلق کسی بھی مضمون کو پڑھنے کے لیے چنا جا سکتا ہے۔

(ii)۔ سر فریڈ ہائیل (Sir Fred Hoyle) (2001ء-1915ء، برطانوی ماہر فلکیات اور ریاضی دان تھے۔ انھوں نے 1946ء میں یہ ثابت کیا تھا کہ ستاروں میں ہائیڈروجن سے بھاری عناصر کے مرکزے ایٹمی تعامل کے نتیجہ میں پیدا ہوتے ہیں۔ کائنات میں وسیع مقدار میں کاربن اور کاربن کے ایٹموں پر مشتمل زندگی کی موجودگی کی بنا پر انھوں نے ایک ایسے ایٹمی تعامل کی نشاندہی کی جسے تگنا الفا عمل (tiple-alpha process) کہتے ہیں۔ اِس عمل سے مخصوص حالات میں ہیلیم گیس کاربن میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

(iii)۔ ارنسٹ ردرفورڈ (Ernest Rutherford) (1937ء-1871ء، نیوزی لینڈ نژاد برطانوی شہری تھے۔ انھوں نے ثابت کیا تھا کہ تابکاری کے ذریعے ہی ایک کیمیاوی عنصر کی دوسرے میں تبدیلی عمل میں آتی ہے۔ انھوں نے تابکاری کی پیمائش اور تابکاری کے دوران خارج ہونے والے دو طرح کے ذرّات کی دریافت کی تھی اور انہیں الفا (Alpha) اور بیٹا (Beta) کا نام دیا تھا۔ الفا کی شناخت ہیلیم کے مرکزہ (Nucleus) کی حیثیت سے کی گئی جبکہ (Beta) منفی بار رکھنے والا برقیہ (Electron) ثابت ہوا۔ اسی پر انھیں 1908ء میں نوبل انعام ملا تھا۔ 1911ء میں انھوں نے یہ ثابت کیا کہ ایٹم کا مثبت بار چھوٹے سے مرکزے میں مرتکز ہوتا ہے۔ 1917ء میں انھوں نے الفا ذرات اور نائیٹروجن کے درمیان نیوکلیائی ردعمل کا تجربہ کیا تھا، جس کے دوران ایک اور قسم کے ذرات دریافت ہوئے جنھیں انھوں نے پروٹون کا نام دیا۔

(iv)۔ ذرات کی طبیعیات میں الیکٹرو ویک تعامل (Electroweak Intraction) دراصل فطرت کے چار معلوم بنیادی قوتوں میں سے دو یعنی برقی مقناطیسیت اور کمزور ایٹمی تعامل (Weak Nuclear Interection) کی اکٹھی وضاحت کو کہتے ہیں۔ اگر چہ یہ دونوں قوتیں، روزمرہ کی کمزور توانائی میں الگ الگ معلوم ہوتی ہیں، لیکن اصل میں یہ ایک ہی قوت کے دو پہلو ہیں۔

(v)۔ سرن (CERN) ایٹمی ریسرچ کے یورپی ادارے کو کہتے ہیں جس کی لیبارٹری فرانس اور سوئٹزرلینڈ کی سرحد پر واقع ہے۔ یہ لیبارٹری 1954ء میں قائم ہوئی تھی۔ اس کا بنیادی کام ذرات کی رفتار تیز کرنے اور عالی توانائی کی طبیعیات پر تحقیق کی سہولت فراہم کرنا ہے۔ اِس میں 21 یورپی ممالک بطور ممبر اور دو ایسوسی ایٹ ممبر (ترکی، پاکستان) شامل ہیں۔

(vi)۔ کارلو روبیا (Carlo Rubbia) پیدائش 1934ء اطالوی سائنسدان ہیں۔ ان کا شمار ذرات کے نامور تجرباتی طبیعیات دانوں میں ہوتا ہے، انھوں نے سائمن وان در میر (Simon Van der Meer) کے ساتھ مل کر سرن (CERN) کی تجربہ گاہ میں W اور Z ذرات دریافت کیے جس پر ان دونوں کو نوبل انعام ملا۔

میری سائنسی زندگی

(My Life in Science)

آندریاس ایکری ووس*

(Andreas Acrivos)

لیوچ انسٹی ٹیوٹ، سٹی کالج، سٹی یونیورسٹی آف نیویارک، نیویارک، امریکا

(Levich Institute, City College of CUNY, New York, USA)



© Courtesy of Andreas Acrivos

میں 1928ء میں یونان کے شہر ایتھنز میں پیدا ہوا اور یہ میری خوش قسمتی ہے کہ میں نے بڑا خوشگوار بچپن گزارا اور بھر پور حوصلہ افزائی کرنے والا خاندان ملا۔ میرے والد نے ایتھنز کی یونیورسٹی سے کیمیا میں ڈگری حاصل کی تھی، پھر انھوں نے بیلجیئم سے ٹیکسٹائل انجینئرنگ کی خصوصی تعلیم حاصل کی۔ جہاں تک میری ماں کا تعلق ہے اگرچہ وہ اپنے زمانے کی زیادہ تر خواتین کی طرح یونیورسٹی نہیں گئی تھیں، لیکن وہ بہت مہذب خاتون تھیں۔ میرے والد کی طرح وہ کئی زبانیں بول سکتی تھیں اوران کا موسیقی کا ذوق بھی بہت اعلیٰ تھا۔ میں اس لحاظ سے بھی خوش قسمت رہا کہ مجھے ایک بہت اچھے ہائی سکول میں داخلہ ملا۔ یہ سکول امریکیوں نے قائم کیا تھا اور ایتھنز کالج کہلاتا تھا۔ مجھے یہاں خاص طور پر ریاضی اور کلاسیکی علوم میں بہترین تعلیم ملی۔ میں چونکہ طبعاً کتابوں کا کیڑا تھا، اِس لیے کھیلوں کو چھوڑ کر قریب قریب تمام مضامین میں مجھے اچھے نمبر ملتے رہے۔ کھیلوں کا معاملہ یہ تھا کہ زندگی کے ابتدائی دنوں سے ہی میں ہر اس کام کو ناپسند کرنے لگا تھا جس میں جسمانی مشقت کی ضرورت پیش آتی تھی۔ ان ایام میں میری دلچسپی تاریخ میں تھی۔ خاص طور پر یونان کی تاریخ کو میں بڑے ذوق وشوق سے پڑھتا تھا۔ اس دوران اگرچہ دوسری جنگ عظیم میں جرمنوں نے یونان پر قبضہ کرلیا تھا، اوراس قبضے سے ہم مشکلات اور تنگ دستی میں مبتلا ہو گئے تھے، لیکن ہمارا سکول کسی نہ کسی طرح چلتا ہی رہا۔ اس کا سہرا ہمارے اساتذہ کے سر ہے اور میں کہنا چاہتا ہوں کہ قابلِ داد ہیں ہمارے وہ محترم اساتذہ جنھوں نے ان نامساعد حالات میں بھی ہماری تعلیم پر خاص توجہ دی۔ بدقسمتی سے اس زمانے میں لیبارٹری کو آلات اور دوسرا

سامان میسر نہیں ہوتا تھا، اس لئے ہماری تعلیم میں اگر کچھ متاثر ہوا تو وہ ہماری سائنس کی تعلیم تھی۔

ایک بار پھر خوش قسمتی نے میرا ساتھ دیا جب مجھے نیو یارک کی نجی تحقیقاتی یونیورسٹی سیرا کیوز (Syracuse University) نے وظیفے کی پیشکش کی۔ اس پیشکش میں ایتھنز کالج کے پرنسپل ہومر ڈیوس (Homer Davis) کی کوششوں کا بڑا عمل دخل تھا۔ میں ان کا شکر گزار ہوں کہ ان کی بدولت میں اگست 1947ء میں امریکی یونیورسٹی پہنچ گیا۔ مجھے وہاں پہنچنے کے لیے یونان سے ایک ایسے جہاز پر سفر کرنا پڑا جو فوجی دستوں کے لیے تھا اور جس میں میرے ساتھ مختلف اقوام سے تعلق رکھنے والے تارکین وطن بھرے ہوئے تھے۔ وہ اس سرزمین پر پہنچ کر نئے سرے سے زندگی کی ابتدا کرنا چاہتے تھے، جو سب کو مواقع فراہم کرتی ہے۔ اسی لیے میں اس لمحے کو کبھی فراموش نہیں کر سکا جب میں نے نیو یارک شہر اور مجسمہ آزادی کی پہلی جھلک دیکھی تھی۔ یہ عجیب بات ہے کہ میں نیو یارک پہنچنے سے پہلے ہی یہ سمجھ چکا تھا کہ ایک تاریخ دان کی حیثیت سے شاید ہی میرا گزارہ ممکن ہو سکے۔ اس لیے میں نے فیصلہ کر لیا تھا کہ میں کسی عملی میدان میں قسمت آزمائی کروں گا۔ چنانچہ اس مرحلے پر میں نے کیمیکل انجینئرنگ (Chemical Engineering) کا انتخاب کیا۔ یہ انتخاب اس بات کو سامنے رکھ کر کیا گیا تھا کہ میرے والد کو کیمیا اور مجھے ریاضی پسند ہے اور یہ دونوں مضامین صرف کیمیکل انجینئرنگ میں ہی اکٹھے ملتے ہیں۔

ان دنوں سیرا کیوز یونیورسٹی میں طلبہ کی تعداد بہت زیادہ تھی جس کی وجہ سے مجھے اکثر اوقات ضروری تعلیمی سہولیات میسر نہیں آتی تھیں اور مجھے بہت سی باتیں خود ہی سیکھنا پڑتی تھیں۔ میں نے گریجویشن تین سال میں کی اور کتابوں کا کیڑا ہونے کی بنا پر تقریباً سب مضامین میں اے گریڈ حاصل کر لیے، مگر میکینیکل ڈرائنگ اور خراد کی مشین پر میری کارکردگی اتنی اچھی اس لیے نہیں رہی کہ ان دونوں مضامین میں مجھے کوئی خاص دلچسپی نہیں تھی۔

اپنی تعلیم کو آگے جاری رکھنے کے لئے میں نے امریکا میں ہی کسی اور علاقے کا رخ کرنے کا فیصلہ کیا۔ اتفاق دیکھئے کہ اس کے لیے میں نے منی سوٹا یونیورسٹی (University of Minisota) کا انتخاب کیا، جو انتہائی موزوں ثابت ہوا۔ اس نئے ماحول میں مجھے بہت لائق اساتذہ ملے جن میں نیل ایمنڈسن (Neal Amundson)[(i)] بھی شامل تھے۔ نیل ایمنڈسن میرے مشیر، میرے اتالیق اور زندگی بھر کے لیے دوست بن گئے۔ وہیں میری ملاقات حرحرکیات (Themodynamics) کے گریجویٹ کورس کے دوران، ایک ہم جماعت خاتون جینی ویوواز پیشیا (Jennie Vivo Azpeitia) سے ہوئی، جس کا تعلق کیوبا سے تھا۔ اس کے ساتھ میری خوشگوار شادی کو اب پچاس سال ہو گئے ہیں۔ میں نے پی ایچ ڈی کے لیے جس موضوع کا انتخاب

کیا وہ ''کثیر الاجزاء کشیدگی کا ریاضیاتی مطالعہ'' (A mathematical study of multi- component distillation) تھا، جو اُس زمانے میں کیمیکل انجینئرنگ کرنے والوں کا پسندیدہ موضوع تھا۔ اس کام کے لیے مجھے ریاضی کی مساواتوں کو تحلیلی طور پر (analytically) حل کرنے کے لیے ایک نیا تکاملی مبادلہ (integral transform) ایجاد کرنا پڑا تھا۔ میں نے وہ طریقہ دریافت کرلیا مگر مجھے افسوس ہے کہ میری اس ایجاد کا کوئی اور مصرف نہیں نکل سکا۔

تعلیم مکمل کرنے کے بعد میری خواہش تھی کہ میں کوشش کر کے امریکا میں ہی آباد ہو جاؤں، لیکن 1954ء میں وہاں ان لوگوں کے لئے ملازمت کے بہت کم مواقع تھے جو امریکا کے رہنے والے نہیں تھے۔ اس لئے مجھے اپنی خواہش پوری ہوتی معلوم نہیں ہو رہی تھی۔ اسے خوش قسمتی کہئے کہ اس زمانے میں کیلی فورنیا کی برکلے یونیورسٹی میں کیمیکل انجینئرنگ کے شعبے کے سربراہ چارلس ولکے (Charles Wilke) نے مجھے تین سیمیسٹر کے لئے انسٹرکٹر کی عارضی ملازمت کی پیشکش کر دی۔ مجھے یہ ملازمت دیتے ہوئے تحریراً یہ بتا دیا گیا تھا کہ کسی بھی صورت میری تقرری کی مدت میں توسیع نہیں ہوگی (مگر پھر ایسا ہوا کہ اگلے ہی سال مجھے ترقی بھی مل گئی اور ملازمت بھی مستقل ہوگئی)۔ برکلے میں قیام کے دوران ہی مجھے سیال میکانیات (Fluid Mechanics) میں دلچسپی پیدا ہوئی جو آگے چل کر میری تحقیق کا بنیادی موضوع بن گئی۔ عجیب بات یہ ہے کہ اس شعبے کے متعلق پہلے میرا علم بہت محدود تھا اور اس مضمون میں میری دلچسپی کو میرے دوست تھامس بیرن[ii] (Thomas Baron) نے اُبھارا تھا جو ''شیل ڈیویلپمنٹ لیبارٹری'' میں کام کرتا تھا اور جس کا خیال تھا کہ عملی ریاضی میں میری اہلیت اس معاملے میں بڑی کام آئے گی۔ یہ کہنے کی ضرورت نہیں کہ مجھے کام کو بالکل نئے سرے سے ہی شروع کرنا پڑا اور تمام چیزوں کا خود مطالعہ کرنا پڑا۔ پھر میری خوش قسمتی یہ ہوئی کہ میں نے بڑی تعداد میں غیر معمولی قابلیت کے مالک گریجویٹ طلبہ کو اپنی جانب متوجہ کرلیا۔ اس لیے مجھے تحقیقات کرتے زیادہ وقت نہیں گزرا تھا کہ اس موضوع پر میرے معیاری مقالات شائع ہونے لگے۔ ان میں سے کچھ کا تو آج بھی بڑی باقاعدگی سے حوالہ دیا جاتا ہے۔ مجھے اس وقت ایک اور بڑا موقع ملا جب میں پہلی سبعاتی چھٹیاں[iii] (sabbatical leave) برطانیہ کے تعلیمی ادارے کیمبرج میں گزار رہا تھا جہاں میری ملاقات جارج بیچلر (George Batchelor) سے ہوئی۔ جارج، سیال میکانیات پر تحقیق کرنے والوں میں ایک اُبھرتا ہوا ستارہ تھا۔ اس ملاقات کے بعد وہ عمر بھر کے لیے میرے دوست اور اتالیق بن گئے۔

1962ء میں، میں سٹین فورڈ (Stanford) یونیورسٹی چلا آیا۔ وہاں اپنے سینئر ساتھیوں، ڈیوڈ میسن (David Mason) (جنھوں نے مجھے ملازمت کی پیش کش کی تھی) اور مائیکل بوڈارٹ (Michel Boudart)

جو کیلی فورنیا یونیورسٹی برکلے سے جلد ہی ہمیں آ ملے، کے ساتھ مل کر کام شروع کیا۔ ہم سٹین فورڈ یونیورسٹی میں کیمیکل انجینئرنگ کا ایک ایسا شعبہ قائم کرنے میں کامیاب ہو گئے جو اگرچہ چھوٹا تھا مگر اس کا معیار بہت اعلیٰ تھا، اس لیے اس کی شہرت ہونے لگی اور چند ہی برسوں میں اس کا شمار عالمی سطح کے بہترین شعبوں میں ہونے لگا۔ اب میں لائق گریجویٹ طلبہ کے ایک اور گروپ کی خدمات حاصل کرنے میں کامیاب ہو گیا اور ان کی وجہ سے میری تحقیق چمک اٹھی۔

سیال میکانیات بڑا سحر انگیز موضوع ہے، کیونکہ اس میں ہر عمل سامنے ہوتا صاف دکھائی دیتا ہے اور جو آپ کو نظر آتا ہے، وہ بڑا خوبصورت ہوتا ہے۔ اس موضوع پر تحقیق اکثر اُن پہلوؤں کے تقریباً مکمل امتزاج پر مبنی ہوتی ہے جن میں سائنسی تجربات (چند ایسے جو دیکھنے میں انتہائی متاثر کن ہوتے ہیں)، اعلیٰ ترین اطلاقی ریاضی جیسے کہ متقاربی تجزیہ (asymptotic analysis) اور موجودہ زمانے کے بڑھتے ہوئے رجحان کے مطابق طاقتور عددی کمپیوٹنگ شامل ہیں۔ میں نے 1982ء میں سیال مادہ کی طبیعیات (Physics of Fluids) نامی جریدے کی ادارت سنبھالی اور سولہ سال تک وہاں کام کرتا رہا۔ اِس میں کوئی شک نہیں ہے کہ کسی نو آموز کو اگر اس مضمون کی خوبصورتی اور بے پناہ تنوع کی جھلک دیکھنی ہو تو یہ سیال حرکیات کی تصاویر والی اس گیلری میں ہی ملے گی جو ہر سال اس جریدے کے ستمبر کے شمارے میں شائع ہوتی ہے۔ میں ذاتی طور پر جو ریسرچ کر رہا تھا اس میں، میں نے جن مضامین کا احاطہ کیا ان میں حدی تہوں (boundary layers) سے لے کر قطروں اور بلبلوں کی حرکت اور غیر نیوٹنی (non-Newtonian) سیال مادہ کے بہاؤ، جیسا کہ پگھلے ہوئے پالیمرز (polymers) میں ہوتا ہے، شامل تھے۔ لیکن شاید میں نے اپنے پیچھے جو مستقل یادگار چھوڑی ہے اس کا تعلق معلق ذرّوں کی میکانیات (suspention mechanics) سے ہے۔ یہ بات دلچسپی سے خالی نہیں ہوگی کہ البرٹ آئن سٹائن نے پی ایچ ڈی کے لیے جو مقالہ لکھا تھا اس کا ایک باب اس موضوع سے متعلق بھی تھا۔ اچنبھے کی بات یہ ہے کہ اس موضوع کو کئی دہائیوں تک بے جان سمجھا جاتا رہا۔ اس کے باوجود تجسس نے مجھے اور میرے شاگردوں کو اس میدان میں تجربات کرنے پر اکسایا اور ان تجربات سے ہمیں جو نتائج ملے وہ قطعی غیر متوقع تھے۔ چنانچہ ہم نے مزید تجربات کیے، تجزیہ کیا، عددی تجزیہ بھی کیا اور تجربات سے حاصل ہونے والے نتائج کی صحیح وضاحت کی۔ یوں ہم اس نتیجے پر پہنچے کہ معلق ذرات کی میکانیات اس سے کہیں زیادہ دلچسپ ہے جس کا اندازہ نیوٹن نے لگایا تھا۔ حقیقت یہ ہے کہ گزشتہ دہائیوں میں، میں نے دنیا بھر میں اس پر متعدد لیکچر دیئے ہیں اور سال ہا سال سے ''معلق رہنے والے ذرّات کی میکانیات: آئن سٹائن کے ایک تحقیقی موضوع کی جدید اشکال'' (The Mechanics of Suspensions:Latest Variations on a

(Theme by Albert Einstein) پر بات کرتا رہا ہوں۔ میرے ان لیکچروں کا عنوان اکثر ایک ہی ہوتا تھا مگر نفسِ مضمون ہمیشہ نئی دریافتوں اور نئے اُبھرنے والے خیالات کے حوالے سے مختلف ہو جاتا تھا۔

سٹین فورڈ(Stanford) میں جب میرے پچیس برس مکمل ہو گئے تو 1988ء میں مجھے ایک اور موقع ملا۔ ہوا یوں کہ ریاست نیو یارک میں آئن سٹائن کے نام پر جتنی چیئرز مختص ہیں ان میں سے ایک کی پیشکش مجھے کی گئی۔ اس کے ساتھ ساتھ مجھے نیو یارک کی سٹی یونیورسٹی کے سٹی کالج کے لیوچ انسٹی ٹیوٹ(Levich Institute) کے ڈائریکٹر کا عہدہ پیش کیا گیا۔ ایک بار پھر یہ تبادلہ میرے لیے نیک فال ثابت ہوا۔ میں نے سٹی کالج کو بڑا دلکش پایا اور اس کالج میں مجھے ایسے طالب علم ملے جو امتیازی پوزیشن حاصل کرتے رہے تھے اور جن میں آگے بڑھنے کی لگن تھی۔ ان کا ساتھ بڑا خوشگوار رہا اور یہ میری خوش قسمتی تھی کہ میں ایک بار پھر امتیاز کے ساتھ گریجویشن کرنے والے طلبہ کو اپنے ساتھ منسلک کرنے میں کامیاب رہا، جس سے سیال میکانیات سے وابستہ نئے موضوعات (جیسے کو ذرّوں کی حرکت پر برقی بار کے اثرات) پر تحقیق کرنا ممکن ہوا اور معلق ذرّات کی میکانیات کے بارے میں ایجادوں کا تسلسل جاری رہا۔

میں اپنے بہت سے گریجویٹ طلبہ کے ساتھ قریبی رابطہ رکھتا ہوں۔ ان میں سے کئی ایک نے خود بھی بین الاقوامی شہرت حاصل کر لی ہے۔ انہوں نے بہت سے ایوارڈ پائے اور بعض نے دوسرے طریقوں سے خود کو منوایا ہے۔ مجھے زندگی میں دو بار بڑی خوشی ملی ہے اور دونوں بار یہ باتیں میرے لیے غیر متوقع تھیں۔ پہلی خوشی مجھے اس وقت ملی جب 1999ء میں مجھے امریکا کی نیشنل اکیڈمی آف سائنسز کا ممبر منتخب کیا گیا اور دوسری خوشی تب ملی جب 2001ء میں مجھے امریکی صدر نے سائنس کا قومی میڈل(National Medal of Science) دیا۔ اس اعزاز کے لیے وائٹ ہاؤس میں باقاعدہ ایک تقریب منعقد ہوئی۔ یہ تقریب میری چوہترویں سالگرہ سے ایک دن پہلے ہوئی تھی۔

حواشی

* **تعارف:** آندریاس ایکری ووس(Andreas Acrivos) کی پیدائش 1928ء میں یونان کے شہر ایتھنز میں ہوئی تھی۔ ان کا شعبہ کیمیکل انجینئرنگ ہے اور ان کا شمار بیسویں صدی کے ان بڑے سائنسدانوں میں ہوتا ہے جنھوں نے سیال حرکیات (Fluid Dynamics) پر اہم کام کیا ہے۔ انھوں نے خاص طور پر پرت دار باؤنڈری کے نظریے (Laminar Boundary Theory)، متقاربی پھیلاؤ(Asymptotic Expansions)، حرارت اور کمیت کی منتقلی (Heat & Mass Transfer)، معلق مادے کے بہاؤ(Rheology of Suspensions) اور برقی میدان کے زیر اثر ذرّات کی حرکت پر کام کیا ہے۔ انھیں کئی اعزازات سے نوازا گیا۔

(i)۔ نیل ایمنڈسن (Neal Amundson) 1916ء–2011ء، امریکا کے مشہور کیمیکل انجینئر تھے، جنھوں نے اپنی توجہ تدریس پر مرکوز رکھی اور کئی نامور شاگرد پیدا کیے۔ کیمیکل انجینئرنگ کے مسائل حل کرنے کے لئے ریاضی کے ماڈلوں اور تجزیات کو استعمال کرنے کی بنیاد انھوں نے ہی رکھی تھی۔ انھوں نے تجزیے کا جو طریقہ اختیار کیا تھا آج بھی کیمیکل انجینئر اسی کی پیروی کرتے ہیں۔

(ii)۔ تھامس بیرن (Thomas Baron)، شیل کمپنی کے نائب صدر ہیں۔ اُن کی نگرانی میں ہونے والی تحقیق سے یہ پتہ چلا کہ انجینئرنگ کے بہت سے ایسے پراجیکٹ ہیں جو تجربہ گاہ میں چھوٹے پیمانے پر کرنے کے بعد براہِ راست صنعتی پیداوار کے پلانٹ میں تبدیل کیے جا سکتے ہیں۔ یعنی بعض صورتوں میں پائلٹ پلانٹ (Pilot Plant) لگانے کی مہنگی درمیانی کڑی غیر ضروری ہوتی ہے۔ اس طریقہ کار پر عمل پیرا ہو کر شیل کمپنی نے اہم کامیابیاں حاصل کیں۔

(iii)۔ سبعاتی چھٹی (Sabbatical Leave) ایسی چھٹی کو کہتے ہیں جو 7 سال کی سروس کے بعد ایک سال کے لیے ملتی ہے۔ اس کا بنیادی مقصد یہ ہوتا ہے کہ ٹیچر/محقق یہ عرصہ کسی دوسری یونیورسٹی میں گزارے اور یوں نئے موضوعات سے واقفیت حاصل کرے۔

ریڈیو کے اصولوں سے لے کر بنیادی ذرّوں کی طبیعیات تک

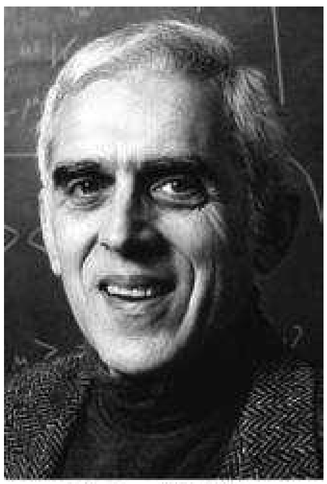
(From Elements of Radio to Elementary Particle Physics)

سٹیفن ایل۔ ایڈلر*

(Stephen L. Adler)

انسٹی ٹیوٹ فار ایڈوانسڈ سٹڈی، پرنسٹن، امریکا

(Institute for Advanced Study at Princeton, USA)



© Courtesy of the Institute for Advanced Study

میری پیدائش 1939ء میں امریکا کے شہر نیویارک میں ہوئی تھی۔ میرے والدین کا نام ارونگ (Irving) اور رتھ ریلس ایڈلر (Ruth Relis Adler) تھا۔ میرے والد ریاضی پڑھاتے تھے جبکہ میری والدہ نے کالج تک تعلیم حاصل کی تھی اور ان کا پسندیدہ مضمون بھی ریاضی ہی تھا۔ میرے والدین نے ابتدائی عمر میں ہی مجھ میں سائنس کا شوق پیدا کرنا شروع کر دیا تھا۔ جب میری عمر دو سال تھی تو میرے والد نے دھات کے ٹکڑوں سے میرے لیے کل پرزوں کا ایک ڈبا بنا دیا تھا۔ قریب قریب ان ہی دنوں میں میری والدہ نے اپنے ہاتھ سے میرے لیے پَیٹ دی بَنی [i] (Pat the Bunny) کتاب کو ایسے بنا دیا کہ اس کے ہر صفحے پر یا تو حل کرنے کے لیے کوئی معما ہوتا یا کوئی ایسا عمل ہوتا جسے مجھے انجام دینا پڑتا تھا۔ جب میں کچھ اور بڑا ہوا تو میرے والد نے میرے لیے بجلی سے چلنے والے کھلونے بنا کر دیئے، ان میں پیغام بھیجنے والا آلہ (telegraph) اور وہ چور گھنٹی (burglar alarm) بھی شامل تھی جو دروازہ کھولنے پر بجتی تھی۔ انھوں نے مجھے ایک چھوٹی سی ٹریفک لائٹ بھی بنا کر دی۔ اس کے ساتھ ساتھ میرے والدین مجھے قدرتی ماحول کے قریب بھی رکھتے تھے اور ہم مل کر تتلیاں اور سانپ پکڑتے تھے۔ جب میں آٹھ برس کا ہوا تو نیویارک کے قدرتی عوامل کی تاریخ کے عجائب گھر (Museum of Natural History) میں نوعمر بچوں کے لیے ایک کورس شروع ہوا۔ میں نے اس میں حصہ لیا تو اس عجائب گھر میں رکھے ہوئے قدیم زمانے کی حیات کی باقیات (fossils) نے مجھے اس حد تک متاثر کیا کہ میرے اندر قدیم حیاتیات کا ماہر (paleontologist) بننے کا جذبہ بیدار ہوا لیکن یہ دلچسپی جلد ہی ختم

ہوگئی۔

مجھے مستقبل میں کیا بننا ہے، اس کا تعین اس وقت ہونا شروع ہوا جب میں چھٹی کلاس میں تھا اور میرے ایک ہم مکتب نے مجھے ریڈیو میں اپنی دلچسپی کے متعلق بتانا شروع کیا۔ میں اس کے گھر گیا۔ اس کے وہ آلات اور ساز و سامان دیکھے، جو وہ ریڈیو بنانے میں استعمال کر رہا تھا۔ اس وقت میں سکول کی ابتدائی کلاسوں میں تھا اور ان چیزوں کو دیکھ کر میں بجلی، ریڈیو اور بجلی سے چلنے والے آلات (electronics) میں گہری دلچسپی لینے لگا۔ میں نے بجلی سے چلنے والی کئی چیزیں بنا ڈالیں، ان میں سے ایک وہ تھی جس کے لیے میں نے ٹین کے ڈبوں کو کاٹ کر اِن پتروں سے موٹر کا گھومنے والا حصہ (rotor) بنایا جبکہ ریڈیو کے پرانے لاؤڈ سپیکرز سے مقناطیس لے کر ساکن حصہ (stator) بنایا۔ میں نے اس زمانے میں جو چیزیں بنائیں ان میں سے ایک آج بھی میرے دفتر میں میری کتابوں کی الماری میں رکھی ہوئی ہے۔ مجھے یاد ہے کہ اپنے والد کی حوصلہ افزائی پر میں نے مارکوس اور مارکوس (Marcus and Marcus) کی دوسری جنگ عظیم کے زمانے میں لکھی گئی کتاب ''ریڈیو کے بنیادی اصول'' (Elements of Radio) کا مطالعہ کیا، جس کے بعد میرے والد نے بڑے التزام کے ساتھ مجھے خاندان کے ریڈیو ایکسپرٹ کی حیثیت دے دی۔ اس کتاب کے جو حصے ریاضی سے متعلق تھے اُن کے لیے والد صاحب نے مشیر (consultant) کا رول سنبھال لیا۔ والد کے مشورے پر ہی میں اپنے اڑوس پڑوس میں گھر گھر جا کر ایسے پرانے ریڈیو، ٹیلی وژن اور بجلی کا دوسرا سامان مانگنے لگا جو ان کے لیے ناکارہ ہو چکے تھے اور جنھیں وہ پھینکنے کا ارادہ رکھتے تھے۔ اس سامان کو لانے کے لیے میں نے ایک ہتھ ریڑھی لے لی تھی۔ میں یہ سامان لا کر اسے کھول دیتا اور پرزے پرزے الگ کر دیتا تھا۔ اِن پرزوں سے میں نے کئی ریڈیو اور ایمپلی فائر (amplifiers) بنا لیے تھے۔ مجھے اچھی طرح یاد ہے کہ ایسے ہی سامان میں سے مجھے سات انچ کی ٹیلی وژن ٹیوب ملی تھی جس سے میں نے برقی رو میں تغیر کی تصویر دکھانے والا آلہ (oscilloscope) بنا لیا تھا۔ پھر میں نے برقی پیغام رسانی کے طریقے کو بھی اتنا سیکھ لیا کہ مجھے ٹیکنیشن کلاس کا شوقیہ ریڈیو آپریٹر کا لائسنس مل گیا۔ اس طریقے کو مورس کوڈ (Morse code) کہتے ہیں۔ اب میں نے ایک طیارے کا ایسا ریسیور لیا جسے جنگ کے بعد ناکارہ قرار دے دیا گیا تھا۔ اس ریسیور اور گھر میں بنائے ہوئے ٹرانسمیٹر کو لے کر میں نے ایک چھوٹا سا آزمائشی ریڈیو سٹیشن بنا لیا۔ تاہم وقت کے ساتھ ساتھ ریڈیو سے متعلق میری شوقیہ سرگرمیاں ماند پڑنے لگیں اور برقی آلات (electronic equipments) بنانے میں میرا شوق بڑھنے لگا۔ ہائی سکول میں سائنس کے جو پراجیکٹ مجھے ملتے تھے ان کے ذریعے میں اپنے اس شوق کی تسکین کرتا رہا۔

برقی آلات بنانے کے شوق کا تقاضا تو یہ تھا کہ میں الیکٹریکل انجینئرنگ کو اپنا پیشہ بناتا، لیکن جب

میں نے ہائی سکول میں اپنی تعلیم شروع کی تو مجھے پہلی بار عالی توانائی کی طبیعیات (high erergy physics) پر تحقیق کی سحر انگیز دنیا دیکھنے کا موقع ملا۔ دو دفعہ موسم گرما کی چھٹیوں میں میرے خاندان نے اپنا وقت نیو یارک کے قریب ایتھا کا (Ithaca) کے مقام پر واقع سٹیٹ پارک میں گزارا۔ اس دوران فیلپ موریسن (Philip Morrison)[ii] نے، جو میرے والد کے پرانے دوست تھے، ہمیں کارنیل (Cornell) یونیورسٹی کی طبیعیات کی لیبارٹری کی سیر کروائی۔ ان لیبارٹریوں میں ہی رابرٹ ولسن (Robert Wilson)[iii] نے ایک کے بعد ایک کئی ایسی مشینیں بنائیں جو اسراع کار یعنی ذرات کی رفتار بڑھانے والی مشین (particle accelerators) کہلاتی ہیں۔ مجھے ان لیبارٹریوں کا ماحول بہت پسند آیا اور یہ حقیقت عیاں ہوئی کہ اگر میں نے طبیعیات کو اپنایا تو میں نہ صرف برقیات کے متعلق بہت کچھ جان سکوں گا بلکہ انھیں استعمال میں بھی لا سکوں گا اور اگر میں پہلے والے راستے پر چلتا رہا تو صرف برقیات کا علم حاصل ہوگا، طبیعیات کا نہیں۔ چنانچہ ہائی سکول کے ابتدائی دنوں میں ہی میں نے تجرباتی طبیعیات کو اپنا پیشہ بنانے کا فیصلہ کر لیا۔

جب میں ہائی سکول کے آخری سال میں تھا تو مجھے طبیعیات میں تحقیق کے لیے لیبارٹری میں تجربات کرنے کا پہلا موقع اس وقت ملا جب میں نے دو ہفتوں کے اس کورس میں حصہ لیا جس کا تعلق صنعتی انجینئرنگ میں استعمال ہونے والی ایکسرے انکسار (diffraction) کی تکنیک سے تھا۔ اس کورس کا اہتمام ایساڈور فرینکوچن (Isadore Frankuchen) نے بروک لین (Brooklyn) کے پولی ٹیکنیک انسی ٹیوٹ میں کیا تھا۔ ایساڈور فرینکوچن کا یہ معمول تھا کہ وہ اکثر اوقات کسی ہائی سکول کے ہونہار طالب علم کو چن لیتے اور اسے اپنی کلاس میں آنے کی دعوت دیتے تھے۔ میں نے کورس کا تمام نظریاتی اور تجرباتی کام مکمل کیا، اور بہت کچھ سیکھا جس میں کرسٹل کی جالی دار ساخت (crystal lattice structure) اور ریاضی کے کلیے کا جو فوریئر ٹرانسفارمز (Fourier transforms) کہلاتا ہے کا مطالعہ بھی شامل تھا۔ یہ کسی بھی طبیعیات دان کے مانے ہوئے اوزار سمجھے جاتے ہیں۔ اس کے فوری بعد مجھے سائنس کے دلدادہ آٹھ ایسے طلبہ کے ساتھ مین ہٹن (Manhattan) کی بیل لیبارٹری (Bell Laboratory)[iv] میں موسم گرما کی چھٹیوں کے دوران عارضی ملازمت ملی جنھوں نے ہائی سکول پاس کر لیا تھا۔ ان میں سے زیادہ تر کیلکولس (calculus) سیکھ چکے تھے۔ ان کی دیکھا دیکھی اس موسم گرما میں، میں نے بھی کیلکولس سیکھنے کا فیصلہ کر لیا۔

اب میرے والد نے کیلکولس کی اپنی پرانی کتابیں دیتے ہوئے مجھے ہدایت کی کہ میں ہر تیسرا سوال حل کروں۔ اس ہدایت کی وجہ یہ تھی کہ کیلکولس سیکھنے کے لیے سوال حل کرنا ضروری ہوتا ہے، مگر میرے پاس اتنا وقت نہیں تھا کہ میں کورس میں موجود کیلکولس کے ہر سوال کو حل کر لوں۔ پھر یہ بڑا اکتا

دینے والا عمل بھی تھا، تاہم میں نے دوسرے تعلیمی کاموں میں سے کچھ وقت نکالا اور اپنے فرصت کے اوقات کو بھی ترک کر دیا۔ اس طرح مجھے جتنا وقت ملا اسے میں کیلکولس کے سوالات حل کرنے پر صرف کرنے لگا، جس کا نتیجہ یہ نکلا کہ جب موسم خزاں میں میں نے ہارورڈ یونیورسٹی میں داخلہ لیا تو مجھے براہ راست ایڈوانسڈ کیلکولس (Advanced Calculus) میں داخلہ مل گیا۔ یوں میں طبیعیات کی تعلیم زیادہ تیزی کے ساتھ حاصل کرنے میں کامیاب ہو گیا۔

جب میں کالج میں داخل ہوا تو میرا ارادہ یہ تھا کہ میں تجرباتی سائنس اختیار کروں گا، مگر جب اپنے ان ہم مکتب طلبہ کے ساتھ میری دوستی ہوئی جن میں ڈینیل کیولین (Daniel Quillen) بھی شامل تھا جس نے بعد میں ریاضی میں فیلڈ میڈل حاصل کیا تو میرا رجحان ریاضی کی طرف ہو گیا۔ اس دوران مجھ پر انکشاف ہوا کہ میں تھیوری کے کورسز میں تو بہت اچھا ہوں اور کورس میں شامل تجربات بھی ٹھیک کر لیتا ہوں لیکن مجھ میں وہ رجحان نہیں ہے جو تجربات کی دنیا سے متعلق سائنسدانوں میں ہوتا ہے۔ چنانچہ سال اوّل کی پڑھائی کے دوران ہی میں نے تجرباتی طبیعیات کی بجائے نظریاتی طبیعیات پر اپنی توجہ مرکوز کرنے کا فیصلہ کر لیا۔ فریڈ گولڈ ہابر (Fred Goldhaber) کے ساتھ جو بعد ازاں پرنسٹن میں گریجویٹ تعلیم کے پہلے سال کے دوران میرے ہم اطاق (room-mate) رہے، میں نے ہارورڈ میں دوسرے اور تیسرے سال کے دوران ہی گریجویشن کا تمام نصاب ختم کر لیا تھا۔ ہارورڈ میں مجھے ایڈ پرسل (Ed Purcell)، فرینک پپکن (Frank Pipkin)، پال مارٹن (Paul Martin) اور جولین شوینگر (Julian Schwinger) جیسے وہ اساتذہ ملے جو یاد رکھنے کے لائق تھے۔ میں نے گریجویشن کورس کی تیاری تو ہارورڈ میں ہی مکمل کر لی تھی، اس لیے پرنسٹن عمومی امتحان (General Exams) میں نے پہلے سال کے آخر میں ہی دے دیا۔ اور دوسرے سال کے شروع میں ہی سَیم ٹرائی من (Sam Treiman) کی نگرانی میں تحقیقی مقالے کے لیے ریسرچ کا آغاز کر دیا۔

ٹرائی من (Treiman) نے تجویز کیا کہ ان دنوں جو ایک نیا شعبہ اُبھر رہا ہے اس میں پیش آمدہ مسائل کو میں ریاضی کے ذریعے حل کروں۔ اس شعبہ کا تعلق ذرّات کی رفتار بڑھانے والی مشین سے حاصل کردہ نیوٹرینو (v) پر تجربات (accelerator neutrino experiments) سے تھا۔ چنانچہ میں نیوٹرینوز کی طرف متوجہ ہو گیا۔ میرا اس طرف متوجہ ہونا ہی عالی توانائی کی طبیعیات کو پیشے کے طور پر اختیار کرنے کا سبب بنا۔ پھر میں نے جو مقالہ تیار کیا، اس کے بڑے حصے کا تعلق اُن پائی اون (pion) کے اخراج کا حساب لگانے سے تھا، جو اس وقت خارج ہوتے ہیں جب نیوٹرینو کی شعاع ایٹمی مرکزے کے ان اندرونی ذروں یعنی نیوکلیونز (nucleons) میں سے کسی ایک پر پڑتی ہے جو پروٹون (proton) اور نیوٹرون (neutron) کہلاتے ہیں۔ اگرچہ

تحقیق کا یہ راستہ بڑا طویل اور محنت طلب تھا لیکن اس نے میرا ویکٹر (vector) اور ایکسیئل ویکٹر (axial-vector) کے بہاؤ سے تفصیلی تعارف کرایا جن کے ذریعے نیوٹرینوز (neutrinos) نیوکلیونز (nucleons) کے ساتھ تعامل کرتے ہیں۔ میرے مقالے سے سامنے آنے والی یہ معلومات 1964ء سے 1972ء تک کے دورانیے میں میری انتہائی نمایاں سائنسی دریافتوں کی بنیاد بن گئیں۔ اس دوران میں نے جو دریافتیں کیں ان کا تعلق بھی کسی نہ کسی طرح ویکٹر اور ایکسیئل ویکٹر کی رو سے ہی رہا۔ ان دریافتوں میں چند ایک یہ تھیں:

- کم درجہ کی توانائی پر پائی اون (pion) کے اخراج کے مختلف اصول جو ایکسیئل ویکٹر کی رو (axial vector current) کے جزوی بقا (partial conservation) کے مفروضہ سے اخذ کیے گئے تھے۔
- مختلف النوع حاصل جمع کے قواعد (sum rules) بشمول ایڈلر وائز برگر (Adler-Weisberger) کا قاعدہ جو ایکسیئل ویکٹر (axial vector) کے نیوکلیونز سے اتصال (coupling) کو بیان کرتا ہے۔
- حاصل جمع کا وہ قاعدہ (sum rule) جس کا اطلاق اونچے درجہ کی توانائی والے نیوٹرینوز (neutrinors) کے انتشار (scattering) کا کراس سیکشن (cross-section) معلوم کرنے سے ہے۔
- بیل (Bell) اور جیکیو (Jachiew) کے ساتھ مل کر مشترکہ دریافت جو ایکسیئل ویکٹر کرنٹ (axial vector curent) کی اُن خصوصیات سے متعلق تھی جنھیں ''خلافِ معمول'' پھیلاؤ کی خصوصیات ("anomalous" divergence properties) کہا جاتا ہے۔

ان خلافِ معمول خواص (anomalous) کے نظریاتی تجزیہ سے ہمیں بے بار پائی اون (neutral pion) کے گیما شعاعوں (gama rays) میں تبدیل ہونے کے عمل کی گہری تفہیم حاصل ہوئی اور پہلی دفعہ اس حقیقت کی شہادت ملی کہ کوارک (quark) تین اقسام کے ہوتے ہیں (ان قسموں کو اب کلرز (colours) کہا جاتا ہے)۔ ہماری تحقیقات سے پچھلے پینتیس برسوں کے دوران نظریاتی طبیعیات پر مختلف النواع اثرات مرتب ہوئے۔

1972ء کے بعد آنے والے برسوں میں، میں نے عالی توانائی (high energy) کی نظریاتی طبیعیات سے متعلق کئی دوسرے امور پر کام کیا ہے۔ ان میں جو دریافتیں شامل تھیں وہ یہ ہیں: بے بار رَو کی مظہریات (neutral current phenomenology)، طاقتور برقی مقناطیسی فیلڈ میں رونما ہونے والے عوامل (جیسا کہ پلسار (pulsar)[vii] کے قریب پہنچ کر فوٹون (photon) کا منقسم ہو جانا) اور مونٹے کارلو تشبیہہ (Monte-Carlo simulation) کے الگورتھمز (algorithms) کو تیز رفتار طریقے سے سرانجام دینے کی

ترکیب۔

پچھلے بیس سال کے دوران میں نے اپنے تحقیقی کام کا تقریباً آدھا وقت اس مطالعہ میں گزارا کہ مروّجہ کوانٹم میکانیات (quantum mechanics) کو کسی بڑے ریاضیاتی ڈھانچے کا حصہ بنایا جائے۔ اس کام کا ایک پہلو یہ تھا کہ کوانٹم میکانیات کا تفصیلی طور پر ایسا جائزہ لیا جائے جن میں کمپلیکس نمبروں (complex numbers)[vii] کے بجائے کواٹرنیونز[viii] (quaternions) استعمال کیے جائیں۔ ایک دوسرا نسبتاً حالیہ پہلو یہ تھا کہ کوانٹم میکانیات کی ممکنہ طور پر ایسی اساسی شکل کا مطالعہ کیا جائے جو کسی میٹرکس (matrix) کے ٹریس (trace) کی خصوصیات پر مبنی ہو اور جس کی بنا پر موجودہ کوانٹم میکانیات کو حرحرکیات (thermodynamics) کی ہی ایک شکل سمجھا جا سکے۔ میں نے ان دونوں ہی موضوعات پر کتابیں لکھی ہیں۔ اگلے چند برسوں میں، میں اپنے پہلے والے کام یعنی بنیادی ذرّوں کی مظہریات (particle phenomenology) کو دوبارہ اس حوالے سے شروع کرنے کا ارادہ رکھتا ہوں جو سپر تشاکل کے ماڈلوں (supersymmetric models) سے متعلق ہے تا کہ بنیادی ذرّات اور اُن پر اثر انداز ہونے والی قوتوں کو مزید مدغم کرنے والے مطالعہ کو آگے بڑھایا جا سکے۔

حواشی

* **تعارف:** سٹیفن لوئس ایڈلر (Stephen L. Adler)، 1939ء میں امریکا کے شہر نیویارک میں پیدا ہوئے۔ ان کا شمار عالی توانائی (High Energy) اور فیلڈ نظریہ (Field Theory) کی طبیعیات کے ماہرین میں ہوتا ہے۔ انھیں امریکن فزیکل سوسائٹی کی طرف سے 1988ء میں جے۔ جے۔ ساکورائی (J.J. Sakurai) انعام دیا گیا اور 1998ء میں عالمی مرکز برائے نظریاتی طبیعیات (ICTP) کی طرف سے ڈیراک میڈل (Dirac Medal) سے نوازا گیا۔ بنیادی ذرات کی طبیعیات کے موجودہ سٹینڈرڈ ماڈل (Standard Model) کی اساس اُن کی وہ تحقیقات ہیں جو انھوں نے عالی توانائی کے نیوٹرینوز کے عملیات (High Energy Nentrino Processes)، کرنٹ الجبرا (Current Algebra)، سافٹ پائی اون کلیات (Soft Pion Theoreis)، حاصل جمع کے اُصول (Sum Rules) وغیرہ سے متعلق ہیں۔

(i)۔ پَیٹ دی بنّی (Pat the Bunny) بچوں کی کہانیوں کی مشہور امریکی مصنفہ ڈورتھی کن ہارٹ (Dorothy Kunhardt) کی وہ کتاب ہے جو 1940ء میں شائع ہوئی اور ہمیشہ سب سے زیادہ بکنے والی کتابوں میں شامل رہی۔ اس کتاب کی تصویریں بچے چھو کر محسوس کر سکتے ہیں۔

(ii)۔ فیلپ موریسن (Philip Morrison) 2005ء-1915ء، امریکی طبیعیات دان تھے۔ انھوں نے 1942ء میں مین ہٹن پراجیکٹ (Manhattan Project) میں گروپ لیڈر اور طبیعیات دان کی حیثیت میں شمولیت اختیار کی۔ شکاگو یونیورسٹی اور لاس الماس (Los Alamos) کے مرکزوں میں کام کرتے ہوئے انہوں نے ایٹمی دھماکہ کرنے کے تجربات میں حصّہ لیا، لیکن ایٹمی ہتھیاروں کے استعمال کے نتیجہ میں ہیروشیما کی تباہی دیکھ کر موریسن ایٹمی ہتھیاروں کے عدم پھیلاؤ کی آواز بن گئے تھے۔

(iii)۔رابرٹ ولسن(Robert Wilson)2000ء-1914ء،امریکی طبیعیات دان تھے۔ جب رابرٹ اوپن ہیمر (Robert Oppenheimer) نے لاس الماس(Los Alamos) میں ایٹم بم کی تیاری کی خفیہ لیبارٹری قائم کی تو انھیں سائیکلوٹرون گروپ(Cyclotron Group) کا لیڈر بنایا گیا۔سائیکلوٹرون، ذرات کی رفتار بڑھانے کی مشین ہوتی ہے۔ہیروشیما اور ناگاساکی کی تباہی کے بعد انھوں نے لاس الماس کے سائنسدانوں کی ایک تنظیم قائم کی جس نے ایٹمی توانائی پر عالمی کنٹرول کی تحریک شروع کی۔

(iv)۔بیل لیبارٹری(Bell Laboratory) مشہور امریکی سائنسدان الیگزینڈر گراہم بیل(Alexander Graham Bell) 1922ء-1847ء نے واشنگٹن میں قائم کی تھی۔انھوں نے ٹیلی فون ایجاد کیا۔بصری مواصلات کے آلات بنائے اور اُصول طے کیے۔انھوں نے زمین کے اندر چھپی ہوئی دھاتوں کی شناخت کرنے والا آلہ بھی بنایا اور طیارہ سازی میں بھی اہم کام کیا۔

(v)۔نیوٹرینوز(Nentrinos) بنیادی ذرات کی ایک قسم ہے جس میں برقی بار نہیں ہوتا۔ان کی کمیت(Mass) صفر کے قریب ہوتی ہے اور دوسرے ذرّات کے ساتھ تعامل تقریباًنہ ہونے کے برابر ہوتا ہے۔

(vi)۔ پلسار(Pulsar) اس انتہائی طاقتور مقناطیسیت کے حامل نیوٹرون ستارے کو کہتے ہیں جو اپنے محور پر گردش کرتے ہوئے برقی مقناطیسی شعاعیں چھوڑتا ہے۔یہ شعاعیں زمین پر اسی وقت نظر آتی ہے جب ان کے اخراج کا رُخ زمین کی طرف ہو۔

(vii)۔کمپلیکس اعداد(Complex Number) وہ ہوتے ہیں جنھیں a + ib کی شکل میں مرتب کیا جا سکے۔اس میں اے (a) اور بی(b) حقیقی جبکہ آئی(i) خیالی عدد ہوتا ہے۔

(viii)۔کواٹرنیون(Quaternion)، اعداد کا وہ نظام ہے جو کمپلیکس اعداد کی توسیع کرتا ہے، انھیں آئرلینڈ کے ریاضی دان ولیم روؤن(William Rowan) نے پہلی بار متعارف کروایا تھا۔

افریقی ماہرطبیعیات، عالمی شہری

(African Physicist, World Citizen)

فرانسس کے۔ اے۔ ایلاٹی*

(Francis K. A. Allotey)

نیشنل سنٹر فار میتھی میٹیکل سائنسز، گھانا، مغربی افریقہ

(National Centre for Mathematical Sciences, Ghana, W.Africa)



© Courtesy of Francis K.A. Allotey

میں 9 اگست 1932ء کو مغربی افریقہ کے ملک گھانا کے شہر سالٹ پونڈ (Saltpond) میں پیدا ہوا۔ یہ شہر بحراوقیانوس کے ساحل کے اُس حصے پر واقع ہے جو خلیج گنی (Gulf of Guinea) کہلاتا ہے۔ میرے والد ایک تاجر تھے۔ ان کا ایک جنرل سٹور تھا جس میں کتابیں، موسیقی کے آلات اور مچھلی کے شکار کا سامان بیچا جاتا تھا۔ میری والدہ خواتین کے ملبوسات تیار کرتی تھیں، اور میری نانی مچھلی فروش تھیں۔ میرے لڑکپن میں، والدہ مجھے نانی کے لیے کھانے پینے کی اشیاء دے کر گاہے بگاہے ماہی گیروں کے اس گاؤں میں بھیجا کرتی تھیں جو ایڈوفاما (Edufama) کہلاتا تھا، اور سالٹ پونڈ سے چھ میل مشرق میں اکومفی (Ekumfi) کے علاقے میں واقع تھا۔ اُن دنوں سالٹ پونڈ اور ایڈوفاما کے درمیان گاڑیوں کے لیے سڑک نہیں تھی، اس لیے مجھے پیدل ہی جانا پڑتا تھا۔ وہاں میں مچھلیاں پکڑنے میں اپنے ماموؤں کی مدد کیا کرتا تھا۔

میں نے اپنی تعلیم سالٹ پونڈ کے رومن کیتھولک سکول سے شروع کی۔ سکول سے آنے کے بعد میری ذمہ داری والد کے سٹور میں جھاڑ پونچھ کرنا اور کتابوں کو ترتیب سے رکھنا ہوتا تھا۔ یہ کام کرتے ہوئے میں نے کتابیں پڑھنا بھی شروع کر دیں۔ انہی دنوں میں نے نیوٹن [i] (Newton)، آئن سٹائن [ii] (Einstein)، جینز [iii] (Jeans)، ہیملٹن [iv] (Hamilton)، گیمو [v] (Gamow)، گیلی لیو [vi] (Galileo)، میکسویل [vii] (Maxwell) اور ردرفورڈ [viii] (Rutherford) جیسے مشہور سائنسدانوں کی سوانح

حیات پڑھیں۔ای ٹی بیل(E.T.Bell) کی کتاب ''مشاہیرِ ریاضی''(Men of Mathematics)نے مجھ پر بہت گہرے اثرات مرتب کیے۔ میں نے فیصلہ کیا کہ میں بھی اعلیٰ پائے کا سائنسدان بنوں گا اور کائنات کے بارے میں مزید علم حاصل کر کے اسے سمجھنے کی کوشش میں کردارادا کروں گا۔ پرائمری سکول کے بعد میں نے کیپ کوسٹ(Cape Coast) کے ہائی سکول میں داخلہ لے لیا جس کا نام گھانا نیشنل کالج تھا۔ یہ سکول گھانا کے پہلے صدر ڈاکٹر کوامی نکرومہ (Dr. Kuami Nakruma)نے قائم کیا تھا۔ ہائی سکول کے بعد میں برطانیہ چلا آیا اور یہاں بورو پولی ٹیکنیک (Borough Polytechnic) میں پڑھنے لگا، جسے اب ساؤتھ بینک یونیورسٹی(South Bank University) کہتے ہیں۔اس کے بعد میں نے امپیریل کالج آف سائنس اینڈ ٹیکنالوجی(Imperial College of Science and Technology) میں داخلہ لے لیا۔امپیریل کالج میں میرے پروفیسروں میں عبدالسلام (Abdus Salam)، پی۔ایم۔بلیکٹ (P.M.Blackett) ، ہیری جونز(Harry Jones)اور ایرک ایڈی (Eric Eady)شامل تھے۔ یہاں سے فارغ ہوکر میں 1960 ء میں واپس گھانا آیا اور دو سال تک کوامی نکروما یونیورسٹی برائے سائنس اور ٹیکنالوجی (Kwami Nakruma University of Science and Technology)میں ریاضی پڑھاتا رہا۔

ریاضیاتی طبیعیات(Mathematical Physics) میں پی ایچ ڈی کرنے کے لیے 1962ء میں مَیں نے پرنسٹن یونیورسٹی (Princeton University) میں داخلہ لے لیا۔ ساٹھ کی دہائی میں پرنسٹن کا طبیعیات کا شعبہ بہت پُرکشش تھا اور اس میں بڑے نامور اساتذہ موجود تھے۔ ان اساتذہ میں وگنر (Wigner)، وہیلر(Wheeler)، ڈِکے (Dicke)، ہوپ فیلڈ(Hopfield)، برگمین (Bargmann)اور گولڈ برگر (Goldberger)شامل تھے۔ ان کے علاوہ پرنسٹن انسٹی ٹیوٹ آف ایڈوانسڈ سٹڈی (Princeton Institute of Advanced study)سے وابستہ اوپن ہائمر(Oppenheimer)، ڈیراک(Dirac)اور یانگ (Yang) بھی باقاعدگی سے ہمارے ڈیپارٹمنٹ میں آیا کرتے تھے۔ پرنسٹن میں میرے قیام کے دوران فچ (Fitch)اوراس کا گروپ سی پی کے اصول کی خلاف ورزی (vi)(CP violations) پر تجربات کررہا تھا۔ بعد میں انھیں اس پر نوبل انعام بھی ملا۔ پروفیسر ڈِکے اوران کے ساتھی سورج کے ان حصوں کی پیمائش کررہے تھے جو پچکے ہوئے(oblate) تھے۔ وہ کائنات میں آفاقی شعاعوں کی مقدار بھی معلوم کررہے تھے اور مستقلہ برائے کششِ ثقل(gravitational constant) کو انتہائی درستگی کے ساتھ (سو ارب میں ایک حصہ تک) پیمائش کررہے تھے۔ایک گریجویٹ طالب علم کی حیثیت سے میں ان پیمائشوں میں کبھی کبھار ڈِکے کے گروپ کی مدد کرتا رہا تھا۔

میں نے اپنی تحقیق کی ابتدا فضا میں ہوا کی حرکت معلوم کرنے کے لئے نیم ساکن نظریے (quasi-static Theory) کو استعمال کرتے ہوئے کی۔ اس سے ہوا کی اس حرکت کا اندازہ لگانا مقصود تھا جو حرارت اور محوری گردش کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ بعد ازاں میں نے ٹھوس مادے کی طبیعیات (condensed matter physics) پر کام کیا۔ سب سے پہلے میں نے ہی کم توانائی والی ایکس ریز کی طیف پیمائی میں برقیہ اور مفقود برقیہ [vii] کے باہمی انتشار کی تشدید (electron-hole scattering resonances) کے اثر کو شامل کیا۔ اب اس اثر کی موجودگی لیتھیم (lithium) پر کیے گئے تجربات سے ثابت ہوگئی ہے۔ میں سپر لیٹیسز (superlattices) کی تھیوری پر بھی کام کر رہا ہوں اور خورد بینی ساخت والی اشیا (microstructures) پر بھی، جن میں کاربن کی متماثل (chiral) نینو ٹیوبز (nanotubes) بھی شامل ہیں۔

میرے چند حال ہی میں شائع ہونے والے مقالے درج ذیل ہیں:

1. Photostimulated attenuation of hypersound in superlattices
سپر لیٹسز میں آواز سے تیز رفتار لہروں کے انجذاب کو روشنی کی مدد سے بڑھانا
2. Non-linear acousto-electric effect in semi conductor lattices
نیم موصل لیٹسز میں غیر مستقیم صوتی برقی اثرات
3. Differential thermopower of chiral carbon nano tubes
متماثل کاربن کی نینو ٹیوبز کے مختلف حصوں میں تفرقی حراری قوت

میں گھانا کی کوامی نکرومہ یونیورسٹی برائے سائنس اور ٹیکنالوجی میں ریاضی کے شعبے کا سربراہ رہا۔ پھر فیکلٹی آف سائنس کا ڈین بنا۔ کمپیوٹر سائنس کے شعبے کا بانی ڈائریکٹر ہوا۔ اسی یونیورسٹی کا پرو وائس چانسلر بھی رہا۔ قومی سطح پر میں تین دفعہ گھانا ایٹمی توانائی کمیشن کا چیئرمین بنا۔ سائنسی اور صنعتی ریسرچ کونسل (Council for Scientific and Industrial Research) کا چیئرمین بنا اور گھانا کے توانائی ریسرچ گروپ (Ghana Energy Research Group) کا بانی اور قومی رابطہ کار رہا۔ بین الاقوامی سطح پر، میں بین الاقوامی ایٹمی توانائی ایجنسی (International Atomic Energy Agency) کے بورڈ آف گورنرز کا ممبر رہا اور "ایٹمی ہتھیاروں کا جامع مطالعہ" (Comprehensive Study of Nuclear Weapons) نامی کتاب کا شریک مصنف تھا جو اقوام متحدہ کے سیکریٹری جنرل کی 1979ء کی رپورٹ تھی۔ اس کے علاوہ میں انٹرنیشنل سنٹر فار تھیوریٹیکل فزکس کی سائنٹیفک کونسل کا ممبر ہوں۔ آج کل میں افریقی طبیعیات دانوں اور ریاضی دانوں کی سوسائٹی (Society of African Physicists & Mathematicians) کا صدر ہوں۔ میں انفارمیشن ٹیکنالوجی کے میدان میں بھی سرگرم ہوں۔ میں پچھلے تیس برس سے افریقہ، آسٹریلیا، یورپ، امریکہ اور لاطینی امریکہ میں مختلف

حیثیتوں میں کام کرتا رہا ہوں۔1976ء میں جب امریکہ کے شہر ورجینیا (Virginia) میں عالمی انفارمیشن اکنامکس کی ولیمز برگ کانفرنس (Williamsberg Conference on International Information Economy) ہوئی تو میں اس کا چیئر مین تھا۔اسی طرح 1980ء میں جب آسٹریلیا کے شہر ملبورن میں اطلاعات کی فراہمی اور ترسیل کی عالمی فیڈریشن (International Federation of Information Processing, (IFIP)) کی کانفرنس ہوئی تو ترقی پذیر ملکوں میں کمپیوٹر کی تعلیم کے سیکشن کا میں صدر اور ناظم بنا۔1975ء میں فرانس کے شہر مغسیبے (Marseilles) میں ہونے والی IFIP کانگرس کے اس مذاکرے (panel discussion) کا میں چیئر مین تھا جس کا موضوع تھا ''کمپیوٹر کی تعلیم کے مالیاتی اور مقداری پہلو'' (Financial and Quantitative Aspects of Computer Education)۔

یہاں یہ خیال ابھرتا ہے کہ سائنس پر اتنی توجہ دینے کی ضرورت کیوں ہے؟ دراصل سائنس ہمیں نہ صرف کائنات کو سمجھنے کا شعور دیتی ہے اور تلاش کرنے سے اس کے اندر پوشیدہ نئی نئی چیزوں کا علم ہوتا ہے، بلکہ سائنس معاشرے کی بنیادی ضرورتوں کو پورا کرنے کا اہم ذریعہ ہے، جن میں خوراک، پانی، ذرائع نقل وحمل، مواصلات، توانائی، اچھا ماحول، حفظان صحت، رہنے کے لیے اچھی جگہ، حفاظت اور غربت کو کم کرنا شامل ہیں۔مثال کے طور پر ترقی یافتہ ملکوں میں تین فیصد سے بھی کم لوگ زراعت سے وابستہ ہیں اور یہ لوگ زرعی سائنس کی مدد سے اپنے ملکوں کے لوگوں کی تمام غذائی ضروریات پوری کر لیتے ہیں، جبکہ افریقہ میں پینسٹھ فی صد لوگ زراعت سے وابستہ ہیں پھر بھی یہ اپنے ملک کے عوام کی غذائی ضروریات پوری نہیں کر سکتے، کیونکہ یہ سائنس سے نابلد ہیں۔درحقیقت، شمال اور جنوب کے ملکوں کے درمیان ترقی کا فرق بنیادی طور پر ان کے درمیان ٹیکنالوجی کے فرق کا مظہر ہے۔

بیس سال سے بھی زیادہ عرصہ گزرا، جب میں نے لکھا تھا کہ ''اٹھارھویں صدی میں ہم ترقی پذیر ملکوں کے لوگوں کے پاس یہ صلاحیت نہیں تھی کہ ہم دیکھ سکیں کہ یورپ میں کیا ہورہا ہے۔اس لیے ہم اُس وقت یورپ کے اندر ہونے والے صنعتی انقلاب میں حصہ نہیں لے سکے تھے۔آج ہم اس کی قیمت ادا کر رہے ہیں۔اب چونکہ ہم دیکھ سکتے ہیں کہ اطلاعات اور مواصلات کی ٹیکنالوجی (information and communication technology) ایک بنیادی ضرورت بن گئی ہے۔اس لیے اس دفعہ ہمیں ٹیکنالوجی کے اِس انقلاب میں ضرور شامل ہونا چاہیے۔''

پائیدار ترقی کے لیے کام آنے والی سائنس اور ٹیکنالوجی کے مسائل اور ان کے بارے میں پالیسیاں بنانے کے لیے میں مقامی طور پر اور عالمی سطح پر بھی کام کر رہا ہوں۔دیہی ترقی کے لیے میں نے وسطی

گھانا کے علاقے ایڈومافا(Edumafa) اوراووماسی(Owomasi) میں ابتدائی تعلیم کے دوسکول کھلوا دیئے ہیں اور سالٹ پونڈ میں اکلوتی لائبریری بھی میں نے ہی قائم کی تھی۔

میں کئی علمی اور پیشہ ورانہ سوسائٹیوں کا فیلو بھی ہوں۔ان میں تیسری دنیا کی سائنس اکیڈمی (Third World Academy of Science)، برٹش کمپیوٹر سوسائٹی، نائجیریا کی سولر انرجی سوسائٹی، انسٹیٹیوٹ آف فزکس (برطانیہ)، گھانا اکیڈمی آف آرٹس اینڈ سائنسز، اور گھانا انسٹیٹیوٹ آف انجینئرز شامل ہیں۔ میں افریقی اکیڈمی آف سائنس اور گھانا انسٹیٹیوٹ آف انفامیشن ٹیکنالوجی کا بانی فیلو ہوں۔ میں گھانا کی کمپیوٹنگ ایسوسی ایشن، سائنس ٹیچرز ایسوسی ایشن، گھانا فزکس سٹوڈنٹس ایسوسی ایشن اور افریقی انسٹیٹیوٹ آف میتھی میٹکل سائنسز(African Institute of Mathematical Sciences) (جنوبی افریقہ) کا سرپرست ہوں۔

افریقہ میں ریاضیاتی سائنس کی ترقی اور فروغ کے لیے میں نے جو کام کیا ہے اس پر ریاضی کی افریقی یونین(African Mathematical Union) نے مجھے ایوارڈ اور تمغہ دیا ہے۔ مجھے گھانا میں ریاضی کی ایسوسی ایشن (Mathematical Association of Ghana)اور آئیوری کوسٹ کی ریاضی کی سوسائٹی (Ivory Coast Mathematical Society) نے بھی ایوارڈ اور تمغے دیئے ہیں۔ علاوہ ازیں، طبیعیاتی سائنسی علوم میں میرے کام پر 1973ء میں گھانا اکیڈمی آف سائنسز کی طرف سے مجھے پرنس فلپ گولڈ میڈل دیا گیا۔

مجھے گھانا سائنس ایسوسی ایشن کی طرف سے بہترین سائنسدان کا ایوارڈ بھی دیا گیا اور 1999ء میں مجھے عالمی بینک- آئی ایم ایف، افریقی کلب(World Bank-IMF,African Club) کا پہلا ایوارڈ ملا۔ طبیعیاتی سائنس میں میری خدمات اور بین الاقوامی سائنسی تعلقات کے فروغ کے لیے 1997ء میں امریکہ کے شہر این آربر(Ann Arbor) میں واقع مشی گن یونیورسٹی(University of Michigan) نے مارٹن لوتھر کنگ جونیئر/ سیزر شیواز/ پارکس مہمان پروفیسر (Martin Lutherking Jr/Cesar Chevaz/Parks Visiting Professor) کے اعزاز سے نوازا۔

1979ء میں مجھے ایک ماہ کے لیے بھارتی حکومت نے مدعو کیا۔ میں نے ممبئی، نئی دہلی، کلکتہ، حیدرآباد، مدراس، بنگلور اور تریونیدرم(Trivandrum) کے تعلیمی اداروں میں لیکچر اور سیمینار دیئے۔

جب میں برطانیہ میں زیر تعلیم تھا، تو میں نے ویسٹ انڈیز کے شہر باربیڈوس(Barbados) کی رہنے والی ایڈورس انیڈ شینڈلر(Edoris Enid Chandler) سے شادی کر لی تھی۔1981ء میں اس کا انتقال ہوگیا۔ میں نے دوسری شادی ایزی مریکوا ایکومواہ(Asie Mirekua Akumoah) سے کی۔ میرے چار

بچے ہیں۔ ان میں دو لڑکے اور دو لڑکیاں ہیں اور میرے چار پوتے اور پوتیاں ہیں۔

حواشی

* **تعارف:** فرانسس کے۔ اے اَیلاٹی (Francis K.A. Allotey) پیدائش 1932ء نے اس مضمون میں اپنی زندگی کے حالات تفصیل سے لکھ دیئے ہیں۔ اس لیے ان کے متعلق صرف اتنا بتانا کافی ہوگا کہ ان کا اہم کام کم توانائی والی ایکس ریز کے طیف کے ذریعے خلاء میں مادے کی موجودگی کا پتہ چلانے کا طریقہ معلوم کرنا تھا۔

(i)۔ سرآئزک نیوٹن (Sir Isaac Newton) 1727ء-1642ء، برطانوی باشندے، کیمیا، طبیعیات، ریاضی اور فلکیات کے ماہر تھے۔ انھوں نے حرکت کے وہ مشہور تین قوانین دریافت کیے جو تین صدی تک طبیعیات کے بنیادی اصول رہے۔ انھوں نے لائبنیز (Leibnitz) کے ساتھ مل کر کیلکولس کی بنیاد رکھی۔ انھوں نے کشش ثقل کا نظریہ پیش کیا اور سیاروں کی گردش کے اصول ریاضیاتی طور پر وضع کیے۔

(ii)۔ البرٹ آئن سٹائن (Albert Einstein)1955ء-1879ء، جرمن نژاد امریکی سائنس دان تھے جنھوں نے نظریۂ اضافیت پیش کر کے طبیعیات کی دنیا میں انقلاب برپا کر دیا۔ انھوں نے فوٹو الیکٹرک عمل کے قوانین دریافت کیے اور یہ نظریہ پیش کیا کہ روشنی محض موج ہی نہیں بلکہ ذرات کی طرح بھی عمل پذیر ہوتی ہے، جس پر انھیں 1921ء میں نوبل انعام دیا گیا۔

(iii)۔ سر جیمز ہاپ وڈ جینز (Sir James Hopwood Jeans) 1946ء - 1877ء ، برطانوی ماہر طبیعیات، ماہر فلکیات اور ریاضی دان تھے۔ وہ 1906 میں رائل سوسائٹی کے فیلو منتخب ہوئے۔ بحیثیت سائنسدان اور مصنف بیسویں صدی کے اوائل میں سائنسی دنیا میں بہت نمایاں مقام رکھتے تھے۔ اُن کی تحقیقات کا تعلق نظریہ اشعاع اور ستاروں کے ارتقاء سے تھا۔

(iv)۔ سر ولیم رووان ہیملٹن (Sir William Rowan Hamilton) 1865ء - 1805ء ، ایک غیر معمولی صلاحیتوں کے مالک آئرلینڈ سائنسدان تھے۔ تیرہ سال کی عمر میں 15 زبانیں بولنے پر قادر ہو چکے تھے۔ سترہ سال کی عمر تک عظیم ریاضی دانوں کے کام کا تنقیدی مطالعہ کر لیا تھا۔ 22 سال کی عمر میں فلکیات کے پروفیسر مقرر ہوئے ریاضی میں ''کواٹرنیان'' کا (Quaternions) طریقہ کار اُن کا لازوال کارنامہ ہے۔

(v)۔ جارج گیمو (George Gamow) 1968ء - 1904ء ، روس کے نظریاتی طبیعیات دان اور علم کائنات کے ماہر تھے۔ وہ اُن لوگوں میں شامل تھے جو پہلے پہل 'عظیم دھماکہ' (Big Bang) سے کائنات کے آغاز کے نظریہ کے حامی تھے۔ اُن کے نمایاں کاموں میں الفا ذرات (Alpha particles) کے ایٹمی مرکزہ سے نکلنے کی کوانٹم میکانیاتی تشریح ہے۔

(vi)۔ گیلیلیو گیلیلی (Galileo Galilei)1642ء-1564ء، اطالوی طبیعیات، ریاضی اور فلکیات کے ماہر اور فلسفی تھے۔ وہ سائنسی انقلاب کے بانی تصور کیے جاتے ہیں۔ انھوں نے زہرہ کے مختلف مراحل، مشتری کے چاند اور سورج پر بننے والے دھبے دریافت کئے تھے۔ انھوں نے دوربین کو بہتر بنا کر اس کے ذریعے ستاروں کا مشاہدہ کیا، اور کوپرنیکس (Copernicus) کے اس نظریے کی تائید کی کہ ہمارے نظام شمسی کا مرکز زمین نہیں بلکہ سورج ہے۔

(vii)۔ جیمز کلارک میکسویل (James Clerk Maxwell) 1879ء-1831ء، سکاٹ لینڈ کے طبیعیات دان اور ریاضی دان تھے۔ انھوں نے کلاسیکی برقی مقناطیسی نظریے کی بنیاد رکھی، جس کے مطابق برقی اور مقناطیسی میدان ایک دوسرے سے منسلک ہوتے ہیں۔ میکسویل مساواتوں کے ذریعے انھوں نے برقی اور مقناطیسی مظاہر سے متعلق ان تمام مشاہدات اور تجربات میں ایک رابطہ قائم کر دیا تھا جو اس سے پہلے ایک دوسرے سے الگ سمجھے جاتے تھے۔

(viii)۔لارڈ ردرفورڈ (Lord Rutherford)،دیکھیئے صفحہ نمبر 6

(ix)۔CP violation:ذراتی طبیعیات(Particle Physics)میں چارج تشاکل(charge symmetry)اور پیرٹی تشاکل(parity symmetry) کی مجموعی خلاف ورزی کو سی ۔پی تشاکل کی خلاف ورزی یا(C-P violation) کہا جاتا ہے۔

(x)۔نیم موصل ٹھوس مادے(Semiconductor Material)میں جب ایٹم سے ایک برقیہ (electron) کا اخراج ہوتا ہے تو مدار میں ایک جگہ خالی ہوجاتی ہے جسے مفقود برقیہ(hole) کہتے ہیں۔

آر این اے اور آغازِ حیات
(RNA and The Origin of Life)

سڈنی آلٹمان*
(Sydney Altman)

ژیل یونیورسٹی، امریکا
(Yale University, USA)



© Courtesy of Michael Marsland, Yale University, Office of Public Affairs

جب میری عمر چھ برس کے قریب تھی تو میں دوسری جنگ عظیم کے متعلق آگاہی رکھتا تھا اوراس بات سے بھی باخبر تھا کہ بحرالکاہل کے علاقے میں جنگ کا خاتمہ اطلاقی سائنس کے ایک بڑے کارنامہ کی وجہ سے ہوا تھا۔ ایٹم بم کو بنانے کا طریقہ اور ماہرین طبیعیات کے ہاتھوں اس کی تیاری کے مراحل اگرچہ میرے لیے ایک سربستہ راز تھے مگر ان میں میرے لیے بڑی کشش تھی۔میرے لیے ''ایٹمی طبیعیات دان'' کے الفاظ بہت سحرانگیز تھے مگر جن لوگوں کو میں جانتا تھا ان میں سے کوئی بھی اس سائنس سے واقف نہیں تھا۔ان میں سے کوئی بھی نہ تو یہ جانتا تھا کہ یہ ایٹم بم کن لوگوں نے بنایا اور نہ ہی کوئی ان کے متعلق کچھ بتانے کی پوزیشن میں تھا۔معاملہ بہت پُراسرار سا تھا اور یہی اسرار مجھے تجسس میں مبتلا کیے ہوئے تھا۔اس کے ساتھ ساتھ مجھے سورج اور ستاروں کے بارے میں پڑھنے کا واجبی سا شوق تھا۔

جب میری عمر بارہ برس کے لگ بھگ ہوئی تو مجھے ایک کتاب ملی جس میں کسی حد تک ایٹمی طبیعیات کی وضاحت کی گئی تھی۔اس میں مینڈلیف [(i)] (Mendeleev) کا کیمیائی عناصر کا وہ جدول بھی تھا جو دوری جدول (Periodic Table) کہلاتا ہے اور جس میں سائنس سے متعلق بہت سی بنیادی معلومات موجود تھیں۔ یہ معلومات ایسی تھیں کہ میں انھیں سمجھ سکتا تھا۔ مجھے یہ تو یاد نہیں رہا کہ یہ کتاب مجھے کس نے دی تھی مگر اتنا ضرور یاد ہے کہ اس نے مجھے مسحور کر دیا تھا۔ جب میں نے عناصر کے متعلق مینڈلیف کے نظریات پڑھے تو مجھے اس بات پر اچنبھا ہوا کہ اس نے اپنے زمانے میں ان عناصر کی موجودگی کے متعلق کیسے پیش گوئی کر دی تھی جو اس

وقت دریافت بھی نہیں ہوئے تھے۔اسی حیرت نے مجھ پر سائنس کی قوت اوراس کی خوبصورتی کو واضح کیا اور مینڈلیف کی کتاب اس حسن کی بڑی واضح اور ہمیشہ یادرہنے والی مثال بن گئی۔اس سے میرے دل میں ایک دن ایٹمی طبعیات دان بننے کا شوق پیدا ہوا۔ یہ شوق اس وقت مزید توانا ہوگیا جب میں نے کالج میں داخلہ لیا اورطبعیات کے ساتھ ساتھ سالماتی حیاتیات(molecular biology) پڑھنے لگا۔

یہ بات قابل ذکر ہے کہ میرا تعلق اس خاندان سے ہے جو اپنا وطن ترک کر کے امریکا چلا آیا تھا۔ اس زمانے میں امریکا کے کالجوں میں تعلیم قریب قریب مفت تھی اور میرے والدین میری تعلیم کے بارے میں سنجیدہ تھے۔وہ یہ سمجھتے تھے کہ اس طرح ان کا مقام اور مرتبہ بڑھے گا۔میری اپنی فکراور والدین کی سوچ نے مجھے کالج میں تعلیم حاصل کرنے کا شوق دیا۔سائنس میں میری خدمات جو شاید کچھ مدت تک یادرہ جائیں،ان میں سے ایک اس رائبو نیوکلک ایسڈ (ribonucleic acid) کے متعلق ہے جو آر این اے (RNA)[iii] کہلاتا ہے۔ یہ زندہ خلیوں کے اندر ڈی آکسی رائبو نیوکلک ایسڈ(deoxyribonucleic acid) جسے ڈی این اے (DNA)[iii] کہتے ہیں، کے ایک حصے کی ہو بہو نقل ہے۔جینز (Genes) ڈی این اے سے بنتی ہیں۔کئی سالوں سے یہ سمجھا جاتا تھا کہ آر این اے(RNA) دراصل ڈی این اے(DNA) میں موجود جینیاتی مادے کا ہی ایک عکس ہے اگرچہ یہ معلوم تھا کہ RNA کے کچھ حصے خامرہ(enzyme) کی طرح کام نہیں کرتے یعنی یہ خلیے کے اندر کیمیائی عمل (chemical reaction) کو کنٹرول نہیں کرتے۔میں اور میرے ساتھیوں نے 1983ء میں دریافت کیا کہ آر این اے کے کچھ حصے خلیوں کے اندر کیمیائی عمل کو کنٹرول کرتے ہیں۔میرے اس کام اور دوسرے کئی افراد کا بھی اسی نتیجے پر پہنچنا جو میں نے دریافت کیا، یہ ثابت کرتا ہے کہ خلیوں کے اندر ایسے کئی آر این اے موجود ہوتے ہیں جو خامروں کی طرح کام کرتے ہیں اور کیمیائی عمل کو کنٹرول کرتے ہیں۔ اس دریافت سے زمین پر زندگی کی ابتدا کے متعلق ہماری سوچ بدل گئی اور ہم نے یہ جان لیا کہ زمین پر پہلا کیمیائی عمل اور خلیوں کے اندر کیمیائی تعامل کیسے شروع ہوا تھا۔

حواشی

* **تعارف:** سڈنی آلٹمان(Sydney Altman) کینیڈا کے شہر مونٹریال (Montreal) میں 1939ء میں پیدا ہوئے تھے۔ انھوں نے حیاتیات اور کیمیا میں بڑا کام کیا ہے اور آر این اے پر اپنے کام کی بدولت تھامس آر چیچ (Thomas R. Cech) کے ساتھ 1989ء میں مشترکہ نوبل انعام حاصل کیا تھا۔انھوں نے یہ ثابت کیا تھا کہ آر این اے مستقل طور پر خودکو تبدیل کیے بغیر کیمیائی عمل کی رفتار میں اضافہ کرنے کی خاصیت رکھتا ہے۔

(i)۔ دمتری مینڈلیف(Dimitry Mendleev)1907ء-1834ء،روسی کیمیا دان اور موجد تھے۔انھوں نے نہ صرف عناصر کا ایک جدول(Periodic Table) مرتب کیا بلکہ اس جدول میں شامل ان عناصر کی جو ابھی دریافت بھی نہیں ہوئے تھے خصوصیات بھی بیان کیں۔

(ii)۔آر این اے(RNA)، تین بنیادی حیاتیاتی سالموں کی اقسام میں سے ایک ہے۔ یہ ایک لڑی کی شکل میں ہوتا ہے جس میں 4اجزاء مختلف ترتیب سے دہرائے جاتے ہیں RNA کا ایک اہم کام مختلف پروٹینز (proteins) کی تالیف میں DNA میں موجود معلومات کی پیغام رسانی ہے۔

(iii)۔ڈی این اے(DNA) ایک بنیادی حیاتیاتی سالمہ ہے جو دوہری لڑی کی شکل میں ہوتا ہے۔اس میں وہ ہدایت ہوتی ہیں جس کے مطابق کسی جاندار کی نشوونما، کارگزاری اور تناسل کا عمل ظہور پذیر ہوتا ہے۔

ریاضی: مختلف شعبوں کے مابین تخیلاتی جست

(Mathematics: Imaginative Leaps Across Disciplines)

مائیکل ایف۔ اتیاہ*

(Michael F. Atiyah)

ایڈنبرا یونیورسٹی، برطانیہ

(University of Edinburgh, UK)



© Courtesy of Michael F. Atiyah

ریاضی ایک مشکل مگر مسحورکُن مضمون ہے جس نے انسانی ذہن کو تہذیب و تمدن کے بہت سے ادوار میں ہزار ہا سال سے مشقت میں ڈالے رکھا ہے۔ میں ہمیشہ ایسے فکری چیلنج میں کشش محسوس کرتا رہا ہوں جس کی تشکیل دقیق اور فصیح مسائل سے ہوئی ہو۔ ریاضی کے سوالوں کو حل کرنا محتاط سوچ کا متقاضی ہوتا ہے لیکن اس سے مجھے بڑی تسکین ملتی تھی۔ دراصل ریاضی کا اپنا ایک الگ حسن ہے اور یہ حسن ان پر آشکار کرنا مشکل ہے جن کے لیے ریاضی بے کیف حساب کتاب کا دوسرا نام ہے۔ وہ کیا جانیں کہ ریاضی دور تک پھیلے ہوئے اس منظر کی طرح ہے جس کی زمین ناہموار ضرور ہوسکتی ہے مگر اس کے اوپر پہاڑوں کی چوٹیاں صاف جگمگاتی ہوئی دکھائی دیتی ہیں۔

سکول میں، بہت سے دوسرے لڑکوں کی طرح میرے لیے کیمیا کی سرخوشی میں بھی کشش تھی۔ ٹیسٹ ٹیوبوں میں رنگدار محلول بنانا بہت اچھا لگتا تھا مگر رنگوں کے اس کھیل سے آگے اس سطح پر کیمیا میں اس فکری تحریک اور منطق کی کمی تھی جو ریاضی میں ہے۔ جب میری سکول کی تعلیم ختم ہونے کے قریب تھی تو ہمارے ریاضی کے اُستاد نے ہمیں اعداد کے اس سحر انگیز نظام سے متعارف کروایا جسے کواٹر نیونز (quaternions) کہتے ہیں۔ یہ نظام انیسویں صدی کے عظیم طبیعیاتی ریاضی دان سر ولیم روون ہملٹن[i] (Sir William Rowan Hamilton) نے دریافت کیا تھا۔ ان کا تعلق آئر لینڈ سے تھا، کمپلیکس اعداد $x+iy$ (complex numbers) کے حسن اور ان کی طاقت سے متاثر ہوتے ہوئے ہملٹن (Hamilton) نے

کئی برسوں تک ان کوایسے الجبرائی نظام تک توسیع دینے کی کوشش کی جو تین حقیقی متغیر اعداد (x,y,z) سے متعلق ہو۔اس کوشش میں کامیابی سے مکانی طبیعیات(physics of space) کوایک بنیادی ڈھانچا میسر آ سکتا تھا۔ بالآخرانھوں نے مسلسل کوششوں سے وہ نظام دریافت کرہی لیا اوراس نے انھیں شہرت کی بلندیوں تک پہنچا دیا۔انھوں نے دریافت کیا کہ کمپلیکس اعداد کے الجبرے میں چار حقیقی متغیر اعداد (x,y,z,t) شامل کرنا ہوں گے۔اس الجبرے کوکواٹرنیون کا نام دیا گیا۔اس کے ساتھ ساتھ انھوں نے یہ بھی دریافت کیا کہ ان پر ضرب کا قانونِ مبادلہ (commutative Law) لاگونہیں ہوتا۔اس طرح دوکواٹرنیون q_1,q_2 کا حاصل ضرب q_1q_2 اور q_2q_1 مختلف ہوسکتا ہے۔

ہملٹن کی دریافت کی کہانی ریاضی کی یادگار کہانیوں میں سے ایک ہے۔ وہ اس کہانی کو یوں بیان کرتے ہیں کہ انھیں یہ بات اس وقت سوجھی جب وہ مضافات کی سیر کرر ہے تھےاورانھوں نے اُسی وقت ''خیالی'' (imagirary) مقداروں i,j,k کی اپنی مشہور مساواتوں(equations) $i^2 = j^2 = k^2 = -1$، $ij = -ji = k$ وغیرہ،کواس چھوٹے پل کی دیوار پرلکھ دیا جس پر سے اس وقت وہ گزرر ہے تھے۔

میں ان مساواتوں کے سحر میں مبتلا ہوگیا اور بلاشبہ ان کی دریافت کی کہانی نے میرے لیے ان کی کشش میں اضافہ کردیا تھا۔جس انداز سے ہملٹن اوراس کے رفقائے کار نے انہیں سہ جہتی جیومیٹری (three 3-dimensional geometry) اور ریاضیاتی طبیعیات میں استعمال کیا، میں نے اسے نہایت دلچسپی سے پڑھا۔ چند برسوں بعد جب میں کیمبرج یونیورسٹی سے وابستہ ہوا تو مجھے یہ دیکھ کر بڑی حیرت ہوئی کہ وہاں کواٹرنیون کا کوئی ذکر تک نہیں تھا۔میری چھان بین کے نتائج بھی حوصلہ افزا ثابت نہیں ہوئے تب مجھے احساس ہوا کہ کواٹرنیون اتنی بڑی دریافت نہیں تھی جتنی کہ ہملٹن نے سمجھ لی تھی۔ یہ تواصل راستے کا سامنے آ جانے والا ایک عمومی موڑ تھا۔

تقریباً تیس سال بعد جب میں ایک مستند ریاضی دان تسلیم کیا جا تا تھا تو ریاضی اورطبیعیات کی حدوں پرنئی اور دلچسپ باتیں سامنے آ رہی تھیں۔ میں نے ان میں گہری دلچسپی لینا شروع کردی اور دیکھتے ہی دیکھتے مجھے معلوم ہوا کہ نئی نئی سوجھنے والی باتوں میں میری پُرانی لگن کواٹرنیونز کو بنیادی حیثیت حاصل ہے۔ (جس میں پُراسرار چوتھے حقیقی عدد کووقت سے تعبیر کیا گیا تھا۔)

اس ساری داستان پرغور کیجیے تواس میں بہت سے ایسے پہلوابھر کر سامنے آتے ہیں جوریاضی اور سائنس کو پُرکشش بنا دیتے ہیں۔سب سے پہلے سمجھنے والی بات یہ ہے کہ اچھے تصورات طویل عرصے تک برقراررہتے ہیں اوراکثر اوقات تو کئی سالوں تک نظرانداز کیے جانے کے بعد بھی ڈرامائی انداز میں سامنے

آ جاتے ہیں۔ سمجھنے کی دوسری بات یہ ہے کہ اچھے تصورات مختلف علوم کی سرحدوں پر محیط ہوتے ہیں جیسے کہ کواٹرنیون کی شروعات الجبرے سے ہوئی پھر اس نے اپنا رُخ جیومیٹری اور طبیعیات دونوں کی طرف موڑ لیا۔ آخری بات یہ ہے کہ جہاں تک فکری تصورات کا تعلق ہے تو وہ مختلف اشخاص کی انفرادی تخلیق ہوتے ہیں۔ یہی تصورات ہماری مشترکہ دانش کی تاریخ کا حصہ ہیں۔

ریاضی دان کی حیثیت سے میری بھرپور توجہ الجبرا، جیومیٹری، تجزیہ اور طبیعیات جیسے مختلف موضوعات کے درمیان تعلق پر مرکوز رہی ہے۔ میں نے انھیں جوڑنے کے لیے جو کام کیا ہے وہ ایک ایسے فارمولے کی دریافت ہے جو یہ بتاتا ہے کہ کسی تفرقی مساوات (differential equation) کے جیومیٹری کے اعتبار سے کتنے حل ہو سکتے ہیں۔ اسے اب ''اتیاہ سنگر انڈکس تھیورم'' (Attiya-Singer index theorem) کے نام سے جانا جاتا ہے۔ اس طرح کے تعلق کا دریافت ہونا اکثر غیر متوقع ہوتا ہے اور اس سے ہمیشہ دیرینہ مسائل پر نئی روشنی پڑتی ہے۔ میرے نزدیک ریاضی کی کشش کی ایک وجہ یہ بھی ہے کہ اس کی مدد سے مختلف علوم کے درمیان تخیلاتی جست لگائی جا سکتی ہے۔ میری تمنا ہے کہ ہمیشہ ایسا ہی ہوتا رہے۔

حواشی

* **تعارف:** مائیکل فرانسس اتیاہ (Michael F. Atiyah) 1929ء میں پیدا ہوئے، ان کی پیدائش لندن میں ہوئی۔ ان کے والد لبنانی اور ماں سکاٹ لینڈ کی تھیں۔ جنگ کے دنوں میں ان کے والدین نے پہلے سوڈان اور پھر مصر کا رُخ کیا۔ چنانچہ ان کی ابتدائی پرورش سوڈان اور مصر میں ہوئی۔ پھر وہ برطانیہ آ گئے اور انھوں نے برطانوی ریاضی دان کی حیثیت سے شہرت پائی۔ اب وہ امریکا میں ہیں۔ اُن کے بہت سے اعزازات میں ریاضی کا فیلڈز میڈل بھی شامل ہے۔

(i)۔ سر ولیم روون ہیملٹن (Sir William Rowan Hamilton) دیکھئے صفحہ نمبر 26۔

اکیسویں صدی کی سائنس

(Science of the XXI Century)

گریگوری آئی۔ بارن بلاٹ*

(Grigory I. Barenblatt)

لارنس برکلے نیشنل لیبارٹری، امریکا

(Lawrence Berkeley National Laboratory, USA)



© Courtesy of George Bergman

اکیسویں صدی کی ممتاز اقوام وہ ہوں گی جن کی آبادی کی اکثریت بڑے بڑے قومی اور عالمی مسائل کو نہ صرف سمجھے گی بلکہ ان کی اہمیت کو پہچانے گی بھی۔ ان اقوام کے ہیرو وہ سائنسدان ہوں گے جو بنیادی اہمیت کے مسائل کا انتخاب کرنے اور ان کی وضاحت کرنے کی نہ صرف صلاحیت اور بصیرت رکھتے ہوں گے بلکہ ان میں ان مسائل کے حل کے لیے سرکاری اور نجی حمایت حاصل کرنے کا ملکہ بھی ہوگا۔ آج میں اطلاقی ریاضی کے جس مقام پر ہوں، اس تک پہنچنے کے لیے میں نے جو پہلا قدم اُٹھایا تھا وہ مجھے آج بھی اچھی طرح یاد ہے۔ بات اس طرح ہے کہ شروع میں میں تاریخ دان بننا چاہتا تھا اور ماسکو کے ڈپلومیٹک سکول میں داخلے کی درخواست دینے کو بھی تیار ہو گیا تھا۔ ایک شام اتفاقاً میں نے پڑھنے کے لیے ایک کتاب اُٹھالی جو مجھے میرے دادا نے دی تھی۔ میرے دادا مہندس(geometer) یعنی جیومیٹری کے ماہر تھے۔ اس کتاب میں میں نے دیکھا کہ ریاضی کا ایک سادہ سا ماڈل کس طرح کیمیکل انجینئرنگ کے اہم آلے کے کام کی وضاحت کرتا ہے۔ اس بات نے میرے اندر شوق کو اُبھارا، اور میں نے جانا کہ میرا مستقبل عملی اعتبار سے اہم مظاہر کے لیے ریاضیاتی ماڈل بنانا ہے۔ تاریخ کے شوق کے حوالے سے میری زندگی میں جو بات رہ گئی وہ صرف ایک سطر جاننے کا شوق تھا کہ ''کون سی شخصیت کیا تھی؟'' دیکھا جائے تو صاحبِ بصیرت اور تنظیمی صلاحیتوں کے مالک سائنسدان ہماری صفوں میں موجود ہوتے ہیں اور مناسب موقع پر خود کو نہ صرف ظاہر کرتے ہیں بلکہ تاریخی اہمیت کے اقدامات بھی کر جاتے ہیں۔ اس کی ایک مثال لیو سلارڈ[(i)] (Leo Szillard) کی ہے۔ وہ ہنگری نژاد امریکی سائنسدان تھا۔ اور

انہوں نے امریکی صدر ایف ڈی روز ویلٹ (F. D. Roosevelt) کے نام اس خط کا مسودہ تیار کیا تھا جس میں ایٹم بم کی تیاری کی انتہائی اہم ضرورت پر روشنی ڈالی گئی تھی۔ اس خط پر آئن سٹائن نے بے دلی سے دستخط کیے تھے۔ آج اس بات پر یقین کرنا بہت مشکل ہے کہ صدر روز ویلٹ نے یہ تجویز مسترد کر دی تھی، مگر جب ایسا ہوا تو سلارڈ نے صدر کے ایک ذاتی دوست کو ڈھونڈ نکالا۔ اسے وضاحت سے ایٹم بم تیار کرنے کی ضرورت سمجھائی اور اس معاملے میں مداخلت کرنے پر آمادہ کر لیا۔ اس دوست نے صدر سے ملاقات کی اور ان سے صرف ایک سوال پوچھا ''فرینک تمھارا کیا خیال ہے، اگر 1812ء میں نپولین نے دخانی جہاز کے موجد فلٹن [ii] (Fulton) کو اجازت دینے سے انکار نہ کیا ہوتا تو کیا دنیا کا یہی نقشہ ہوتا جو آج ہے؟'' بات صدر روز ویلٹ کے دل کو لگی اور انھوں نے ایٹم بم بنانے کی اجازت دے دی۔ یہ کام جسے مین ہٹن پراجیکٹ [iii] (Manhattan Project) کے نام سے جانا جاتا ہے، یہ کتنے بڑے پیمانے کا تھا اور اس کی کیا قدر و قیمت ہے، اسے سب جانتے ہیں۔ تاہم ایک عام سوجھ بوجھ کا آدمی، حتیٰ کہ ایک عام سائنسدان بھی یہی سمجھتا ہے کہ آج کے دور میں ایسے اہم اور بڑے مسائل نہیں رہے جنھیں ''مین ہٹن پراجیکٹ'' جیسے پیمانے پر حل کیا جائے اور جن کی اہمیت نہ صرف مین ہٹن پراجیکٹ کی طرح قوم اور دنیا کے ہر فرد پر واضح ہو، بلکہ جن کے لیے مین ہٹن پراجیکٹ کی طرح صاحب بصیرت اور اہل سائنسدانوں کی ویسی ہی قائدانہ صلاحیت اُبھر سکے جسے بروئے کار لا کر وہ مسائل کے حل کے لیے عوامی حمایت حاصل کر سکیں۔ یہ سمجھنا غلط ہے کہ آج اتنے اہم مسائل نہیں رہے۔ آج بھی ایسے اہم مسائل موجود ہیں اور ہر ایک ان مسائل کی اہمیت کو سمجھتا بھی ہے۔ آج ہمارے لیے جو بڑے اور اہم مسائل ہیں ان کا تعلق وسیع پیمانے پر تباہی پھیلانے والی قدرتی آفات سے ہے۔ میں ان کی دو مثالیں پیش کروں گا۔

(1) گرم مرطوب علاقوں کے طوفان (Tropical hurricanes)

یہ آفات بڑے پیمانے پر آتی ہیں اور ان سے ہولناک مادی اور اخلاقی نقصانات ہوتے ہیں۔ اس بات کو جاننا بہت اہم ہے کہ ماہرین موسمیات (meteorologists) اب ایسے طوفانوں کی درست پیش گوئی کرنے کے لائق ہو گئے ہیں۔ ان طوفانوں کی نقشہ کشی کے متعلق سب سے پہلا قدم برطانیہ کے اطلاقی ریاضی دان آنجہانی سر جیمز لائیٹ ہل (Sir James Lighthill) نے اٹھایا۔ یہ سر جیمز لائیٹ ہل ہی تھے جنھوں نے سب سے پہلے قدرتی آفات کو اطلاقی ریاضی کے لیے بنیادی اہمیت کا مسئلہ قرار دیا۔ انھوں نے مجھے طوفانوں جیسی آفات پر اپنے کام میں شامل ہونے کی دعوت دی تھی۔ دراصل ان آفات کے متعلق بنیادی سوال یہ ہے کہ کیا ان طوفانوں کو روکنا یا کم سے کم ان کی قوت کو کم کرنا ممکن ہے؟ اور اس کا جواب یہ ہے کہ ہاں ایسا ممکن

ہے۔ پہلے ان کی بناوٹ کے متعلق یہ جان لیجیے کہ ان طوفانوں کی ایک خاص بات یہ ہے کہ یہ ہمیشہ وہیں ہوتے ہیں جہاں سمندر کی سطح پر ہوا کی ایسی تہ موجود ہوتی ہے جو سو میٹر تک دبیز اور پانی کے موٹے موٹے قطروں سے بھری ہوتی ہے۔ یہ بات بڑی اہم ہے کہ ان قطروں کی وجہ سے ہوا کی اس تہہ میں تلاطم (turbulence) کم ہو جاتا ہے۔ اور اس طرح ہوا کے لیے سطح سمندر کی مزاحمت بڑی حد تک کم ہو جاتی ہے۔ دوسرے لفظوں میں سمندر کی سطح پھسلن بن جاتی ہے چنانچہ فضائی کرے میں دباؤ میں کمی بیشی کی وجہ سے جو ہوائیں چلتی ہیں وہ عام حالات میں تو بہت کم طاقت کی ہوتیں ہیں مگر ہوا کی اس تہہ کی موجودگی کی وجہ سے طوفان کا روپ دھار لیتی ہیں۔ اس سلسلے میں تکنیکی مسئلہ یہ بنتا ہے کہ حساس مقامات پر پانی کے قطروں کی تشکیل کو کیسے روکا جائے؟ اصولی طور پر تو یہ واضح ہے کہ ایسا کیسے کیا جا سکتا ہے لیکن عملی طور پر ایسا کرنے کے لیے سخت محنت کی ضرورت ہے۔ میں یہ بات زور دے کر کہوں گا کہ اس کام کی نوعیت ویسی ہی ہے جیسی مین ہٹن پراجیکٹ کی تھی اور اس کام کو انجام دینے میں سائنسدان ویسی ہی قیادت کریں گے جیسی انھوں نے مین ہٹن پراجیکٹ میں کی تھی۔

(2) زلزلوں کی پیش گوئی

زلزلوں سے بھی ہولناک نقصان ہوتا ہے۔ پہلے تو یہ کہ ان سے بہت جانی نقصان ہوتا ہے، لیکن مادی اور اخلاقی نقصان بھی کچھ کم نہیں ہوتا۔ زلزلہ پیمائی کے بے شمار ادارے موجود ہیں۔ ان میں ایسے تعلیم یافتہ لوگ ملازم ہوتے ہیں جن کے پاس سائنس کی اعلیٰ ڈگریاں ہیں۔ ان کا اصل کام زلزلوں کی پیمائش نہیں بلکہ ان کی پیش گوئی کرنا ہونا چاہیے۔ اب میں ایک سوال پوچھنے کی جسارت کرتا ہوں: کیا یہ ماہرین تین نہیں، دو نہیں، ایک بھی ایسے بڑے زلزلے کی نشاندہی کر سکے ہیں جس کے آنے سے پہلے انھوں نے پیش گوئی کر دی ہو؟ میری بات میں زور زلزلہ آنے سے پہلے پر ہے، زلزلہ آنے کے بعد نہیں۔ کیونکہ ایسے کئی مضامین موجود ہیں جو زلزلے کے بعد لکھے جاتے ہیں، جن میں یہ ثابت کیا جاتا ہے اور بہ اصرار کہا جاتا ہے کہ ایک بڑا زلزلہ اسی جگہ آنا تھا۔ اسی وقت یا اس سے آدھ گھنٹہ پہلے آنا تھا، جہاں یہ آیا ہے۔ لیکن یہ لکھنے والے زلزلے سے پہلے کہاں ہوتے ہیں؟ ہم یہ بات یقین سے کہہ سکتے ہیں کہ کتوں اور سانپوں جیسے جانوروں کو زلزلے کا پہلے سے علم ہو جاتا ہے۔ سوال یہ ہے کہ انھیں کیسے پتا چل جاتا ہے اور زلزلے کے ماہرین ابھی تک اس کا پہلے سے پتا لگانے میں کیوں کامیاب نہیں ہوئے؟ میرے خیال میں نئے لیڈروں کی ضرورت ہے۔ ایسے سائنسدان جو وسیع تجربہ رکھتے ہوں جو صاحب بصیرت، صاحب فہم و فراست ہوں اور اپنے لیے کام کرنے والوں کو منظم اور متحد کر سکیں۔ یہ بات تو واضح ہے کہ زلزلہ ایک ایسا عمل ہے جو بہت سے عوامل سے وجود میں آتا ہے، ضرورت اس بات کی ہے کہ ان اہم عوامل کا تعین کرنے اور ان پر نظر رکھنے کا بندوبست کیا جائے۔ یہ بہت بڑا کام ہے،

لیکن یہ کیا جا سکتا ہے اور اسے کرنا ضروری ہی نہیں بلکہ بہت اہم ہے اور اس کام کے نتیجے میں یہ توقع کی جا سکتی ہے کہ وسیع پیمانے پر تباہی پھیلانے والے کئی زلزلوں کے متعلق یہ پیش گوئی ممکن ہو جائے گی کہ یہ کہاں اور کس وقت آنے والے ہیں۔ میں دوبارہ مین ہٹن پراجیکٹ اور اسی طرح کی روسی کاوش کا حوالہ دیتا ہوں کہ ان ایٹم بموں پر ہر طرح کا ابتدائی کام ہوا، تجربات کیے گئے مگر انھیں پرکھنے کا واحد پیمانہ آخر عملی دھماکا ہی ثابت ہوا تھا، یہی معاملہ زلزلوں کا بھی ہے کہ ہمیں جاننا ہوگا کہ ہم کب ان کے آنے سے پہلے ان کے متعلق ٹھیک پیش گوئی کرنے کے لائق ہوتے ہیں۔اس کے لیے تجربات سے گزرنا ہوگا۔ یہ برسوں کا کام ہے شاید ایک یا دو دہائیاں لگ جائیں مگر یہ صدیوں کا کام نہیں ہے اور اسے کرنا ضروری ہے۔ہم جس دور سے گزر رہے ہیں وہ بہت اہم لمحہ ہے اور بنی نوع انسان سائنس کی اگائی ہوئی اس فصل کو کاٹنے کے لیے بے چین ہے، جو کوئی حقیقی معنی رکھتی ہو، جس کے لیے لمبی ابتدائی تشریحات کی ضرورت پیش نہ آئے، ان لوگوں کے لیے بھی جو خصوصی معلومات نہیں رکھتے۔ میں اپنی بات کو ایک مثال سے واضح کرتا ہوں۔ مجھے ایک کام سونپا گیا جس میں یہ بتانا تھا کہ کیا اڑن طشتری[iv] (flying saucer) کوئی حقیقت رکھتی ہے یا پرستان کی کوئی کہانی ہے یا پھر لوگوں کا کوئی اجتماعی خواب ہے؟ یہ بہت اہم سوال تھا۔ چنانچہ اس کے لیے سنجیدگی سے کام کیا گیا، تھیوری کے ساتھ ساتھ تجربات بھی کیے گئے اور بہت سی معلومات جمع کی گئیں۔اس کے بعد ہم اس نتیجے پر پہنچے کہ اس کی کوئی حقیقت نہیں ہے۔ البتہ یہ کرہ باد (atmosphere) میں ہونے والا ایک ایسا دلچسپ عمل ہے جو پہلے معلوم نہیں تھا۔ہم نے اس مظہر کا ماڈل تیار کیا اور ان اُڑن طشتریوں کے جو جو مشاہدے ہوئے تھے ان کی پوری طرح وضاحت کی۔اس میں کوئی شک نہیں کہ اکیڈمی کے صدر اور بعض نامور ماہرین کی خصوصی توجہ کی بدولت اڑن طشتریوں کے متعلق سائنسی تحقیق کے یہ نتائج روس کی سائنس اکیڈمی کے نامور جریدے میں شائع ہوئے اور اس پر کوئی جانبدارانہ سرخی بھی نہیں جمائی گئی۔ پھر میں نے اس ریاضیاتی ماڈل کو اطلاقی ریاضی کی اپنی کتاب میں بھی شامل کیا۔ ہماری اس تحقیق کی خبر کسی طرح اخباروں کو ہوگئی اور یہ اندازہ لگانا کچھ مشکل نہیں کہ اس کے بعد کیا ہوا ہوگا۔ انٹرویو کی درخواستیں اور ٹیلی فون وغیرہ آنا شروع ہو گئے۔ تاہم میں اپنے آپ کو ''اُڑن طشتریوں کے ماہر'' کی حیثیت سے متعارف نہیں کروانا چاہتا تھا۔ میری شہرت ایک سنجیدہ پیشہ ور سائنسدان کی ہے، اس لیے اڑن طشتریوں کے ماہر کی حیثیت مجھے زیب نہیں دیتی تھی۔ یہی وجہ تھی کہ میں اس زمانے میں اُڑن طشتریوں کے ماننے والوں سے بچنے کی ہر ممکن کوشش کرتا رہا، مگر کامیاب نہ ہوا اور ایک بار مجھے اغوا کر ہی لیا گیا۔ ہوا یوں کہ مجھے ایک ٹیلی فون آیا۔ ٹیلی فون کرنے والے نے اپنے آپ کو فطرت کی تحقیق کرنے والی اس ماسکو سوسائٹی (Moscow Society of Explorers of Nature) کا نمائندہ بتایا، جو بڑا پرانا اور

معتبر ادارہ تھا۔اس نے مجھ سے کہا کہ سوسائٹی کی یہ خواہش ہے کہ میں اس مسئلہ کے متعلق انھیں بتاؤں۔اس کی باتوں سے میں نے یہ فرض کرلیا کہ گفتگو خالص سائنسی بنیادوں پر ہوگی، چنانچہ میں آمادہ ہوگیا۔مقررہ وقت پر ایک انتہائی قیمتی گاڑی میرے گھر پر میری منتظر تھی۔ہم اس میں بیٹھ کے چل پڑے مگر جلد ہی مجھے اندازہ ہوگیا کہ ہمیں جس سمت میں جانا چاہیے ہم اس سے مخالف سمت میں جارہے ہیں۔جب میں نے پوچھ لیا کہ ''آپ اس طرف سے کہاں جارہے ہیں؟'' تو اس نے جواب دیا کہ ''ہمارے دفاتر کی مرمت ہورہی ہے، اس لیے ملاقات ایک اور عمارت میں ہوگی۔'' سفر خاصا طویل ثابت ہوا۔رات پڑ گئی تو ماسکو کے ایک قبرستان کے پاس ایک چرچ کے دروازے پر ہم رکے۔اندر جا کر دیکھا تو چرچ لوگوں سے بھرا، میرا منتظر تھا۔میں سمجھ گیا کہ میں ''اڑن طشتریوں کو ماننے والوں'' کے گڑھ میں پہنچا دیا گیا ہوں۔میں نے فوری طور پر فیصلہ کیا کہ مجھے وہی کرنا چاہیے جو میں کرسکتا ہوں۔میں نے اپنی سلائیڈز نکالیں، وہاں ایک اچھا پروجیکٹر اور سکرین موجود تھی۔میں نے اس پر سلائیڈ دکھانا اور انھیں خالص سائنسی بنیادوں پر واضح کرنا شروع کردیا۔میں نے انھیں بتایا کہ ہم نے اڑن طشتریوں کا جو ریاضیاتی ماڈل تیار کیا تھا پھر ان طشتریوں کے جو مشاہدات کیے تھے ان دونوں کا ایک دوسرے سے کیا تعلق بنتا ہے۔لوگوں نے مجھے پوری توجہ اور شائستگی سے سنا۔بہت جلد میں یہ بھول گیا کہ میں کہاں ہوں اور مجھے یہاں کیسے لایا گیا ہے۔میں نے بھرپور لیکچر دیا اور لیکچر کے بعد مجھے سوالات اور تبصروں کے جواب دینا تھے۔یہ سلسلہ ڈیڑھ گھنٹے تک جاری رہا۔ان میں سے بہت سے سوالات دلچسپ اور موزوں تھے۔ان کے دوران ایک سامع نے میری تصحیح بھی کی۔میرا خیال تھا کہ میری دکھائی گئی ایک سلائیڈ، فوٹوگراف سے بنائی گئی ہے مگر درحقیقت یہ مصور کی نقاشی تھی جو ایک اڑن طشتری کے نظر آنے والے موقع پر تیار کی گئی تھی۔یہ تصحیح میرے لیے غیر معمولی اہمیت نہیں رکھتی تھی مگر میں نے اسے قبول کرلیا۔اس سارے دورانیے میں کوئی بدمزگی نہیں ہوئی اور اختتام پر اس اجتماع کے چیئرمین نے اپنا تعارف ریٹائرڈ کموڈور ازہازا (Azhazha) کے نام سے کروایا۔ماسکو میں ان کی شہرت اڑن طشتریوں کو ماننے والوں میں بڑی نمایاں تھی۔اس موقع پر انھوں نے کہا ''پروفیسر بارن بلاٹ نے ہماری دلچسپی کے موضوع کی جس طرح وضاحت کی، اس کے لیے ہمیں ان کا ممنون ہونا چاہیے۔مجھے پورا یقین ہے کہ انھوں نے اڑن طشتریوں کے اٹھانوے فی صد مشاہدات کی اپنے ماڈل کے ذریعے وضاحت کردی لیکن جو دو فی صد بچتے ہیں وہ یقیناً چھوٹے چھوٹے سبز لوگوں سے جڑی ہماری سوچ سے تعلق رکھتے ہیں۔پروفیسر صاحب، کیا آپ میری اس بات سے اتفاق کرتے ہیں؟'' میرا جواب مصلحت انگیز تھا..... مجھے نہیں معلوم، شاید دو فی صد سے زیادہ ہو، لیکن میرے پاس اس کی کوئی شہادت نہیں ہے۔اس وقت میں نے سوچا کہ لوگوں کو سائنسی علم کی کتنی پیاس ہے اور یہ کتنا ضروری ہے کہ

ہم علم کی اس پیاس کو اہم مسائل کے حل کی طرف موڑ دیں۔ یہ نہ صرف سائنسدانوں پر بھاری ذمہ داری ہے بلکہ بڑا صبر آزما کام بھی ہے۔

اس مضمون کے آخر میں میں وہی بات دہراؤں گا جو میں نے شروع میں کہی تھی کہ بنی نوع انسان کے سامنے اب بڑے بڑے مسائل ہیں۔ ان مسائل کو وہی ٹیم حل کر سکتی ہے جس کی قیادت صلاحیت اور بصیرت کے مالک ایسے سائنسدان کریں جو لوگوں کو متحد کرنے کا سلیقہ رکھتے ہوں۔ پھر ضرورت اس بات کی بھی ہے کہ ان سائنسدانوں کی حمایت وہ مضبوط اور دانشمند حکام کریں جو موزوں مسائل اور موزوں افراد کے انتخاب میں حصہ لے سکیں۔ ایسے سائنسدان لیڈر اکیسویں صدی میں ترقی یافتہ اقوام کے حقیقی ہیروز ہوں گے۔

حواشی

* **تعارف :** گریگوری آئی بارن بلاٹ (Grigory I. Barenblatt) 1927ء میں پیدا ہوئے۔ وہ روسی ریاضی دان ہیں۔ انھوں نے ایک عرصے تک برطانیہ اور امریکا کی یونیورسٹیوں میں پڑھایا ہے اور ان کے تحقیقی کام کو بڑی قدر کی نگاہ سے دیکھا جاتا ہے۔ انھوں نے شکستگی کی میکانیات (Fracture Mechanics) مسام دار اجسام میں سیال مادہ اور گیس کے بہاؤ کا نظریہ (Theory of Fluid and Gas Flows in Porous media)، تلاطم (Turbulence) اور غیر خطی لہروں (Non-linear Waves) پر اہم کام کیا ہے۔

(i)۔ لیوسلارڈ (Leo Szillard) 1964ء - 1898ء امریکی ہنگیرین طبیعیات دان اور موجد تھے۔ انھوں نے 1933ء میں ایٹمی چین ری ایکشن (Nuclear Chain Reaction) کا تصور پیش کیا اور این ریکوفرمی (Enrico Fermi) کے ساتھ مل کر ایٹمی ری ایکٹر بنانے کے حقِ ایجاد کی سند (Patent) حاصل کی۔ اس کے علاوہ انہوں نے الیکٹرون خوردبین (Electron Microscope) اور ذرّوں کی رفتار بڑھانے والی مشینوں (Accelerators) کے نظریاتی ماڈل بھی تخلیق کیے۔

(ii)۔ رابرٹ فلٹن (Robert Fulton) 1815ء - 1765ء امریکی انجینئر اور موجد تھے۔ ان کے متعلق کہا جاتا ہے کہ سب سے پہلی دخانی کشتی (Steam boat) انھوں نے ہی بنائی تھی۔ 1800ء میں انھوں نے نپولین بوناپارٹ کے لیے پہلی آبدوز بنانے کی پیشکش کی مگر نپولین نے اس منصوبے کی منظوری نہیں دی۔ جس کے بعد برطانیہ نے ان کی خدمات حاصل کر لیں لیکن اس کی آبدوز میں انھوں نے بھی کوئی دلچسپی نہیں لی جس پر فلٹن دلبرداشتہ ہوکر واپس امریکا چلا گیا۔ اس کا کام 1920ء میں پہلی بار سامنے آیا۔

(iii)۔ مَین ہٹن پراجیکٹ (Manhattan Project) ایٹمی تحقیق و ترقی کا ایک پروگرام تھا جو امریکہ نے 1939ء میں برطانیہ اور کینیڈا کے اشتراک سے شروع کیا تھا۔ اس کا مقصد ایٹمی ہتھیار بنانے کے امکان کا مطالعہ تھا۔ اس پراجیکٹ کے نتیجہ میں 5 سال کی مدت میں 130,000 کارکنوں اور اُس وقت کے 2 بلین ڈالر سے امریکہ دنیا کا پہلا ایٹمی دھماکہ کرنے میں کامیاب ہوگیا۔ اگست 1945ء میں امریکہ نے جاپان کے دوشہروں ہیروشیما اور ناگاساکی پر دو ایٹم بم گرائے جس کے نتیجہ میں لاکھوں معصوم شہری راکھ کا ڈھیر بن گئے۔

(iv)۔ اُڑن طشتری جسے یوایف او (UFO) بھی کہتے ہیں۔ اس کا ذکر سب سے پہلے دسویں صدی کی ایک جاپانی کتاب ''بانس کاٹنے والوں کی کہانی'' (The Tale of the Bamboo Cutter) میں ملتا ہے، پھر 1290ء میں شمالی برطانیہ کے علاقے

یارک شائر کے ایک گاؤں میں چاندی کی طرح چمکتی ہوئی اُڑن طشتری دکھائی دی تھی۔ اس کا ایک مکمل نقشہ 24 جون 1947ءکواس وقت سامنے آیا جب واشنگٹن سے 87 کلومیٹر جنوب مشرق میں واقع پہاڑیوں میں پرواز کرتے ہوئے کینتھ آرنلڈ (Kenneth Arnold) نے اُڑن طشتریوں کو دیکھا۔ اس کے مطابق یہ اُڑن طشتریاں، ایک پتنگ کی دم کی طرح ایک دوسرے کے ساتھ جڑ کے چل رہی تھیں اور ان میں سے آگے والی ہلال کی شکل کی تھی۔ اس کے بعد دنیا بھر سے ان کے متعلق خبریں آنے لگیں اور یہ سلسلہ آج تک جاری ہے۔ ان کے متعلق مفروضہ یہ ہے کہ یہ کسی دوسری دنیا کی مخلوق کی خلائی سواریاں ہیں، جن کے ذریعے وہ مخلوق آکر ہمارا اور ہماری دنیا کا مطالعہ کرتی ہے۔

طبیعیات کے سنگ

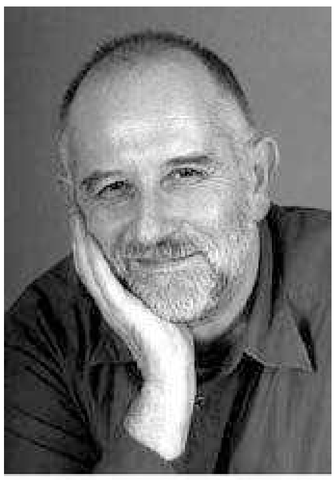
(Living With Physics)

مائیکل بیری*

(Michael Berry)

ایچ۔ایچ۔ولزفزکس لیبارٹری، برسٹل، برطانیہ

(H.H.Wills Physics Laboratory, Bristol,UK)



© Courtesy of Michael Berry

اگر آپ سائنس کا علم زیادہ تر ٹیلی ویژن سے حاصل کرتے ہیں،تو آپ کا تاثر یہ ہوگا کہ شاید یہ کوئی عجیب وغریب سرگرمی ہے جو عام لوگوں کی دلچسپیوں سے بہت دور ہے۔لیکن سائنس عام لوگوں سے اتنی بھی دور نہیں، سائنس کی دنیا نہ صرف بڑی خوبصورت ہے بلکہ عجیب اور حیران کن طریقوں سے لوگوں کی زندگیوں اور مشاغل کے ساتھ جڑی ہوئی ہے۔اسے یوں سمجھئے کہ آپ میں سے اکثر لوگوں کے پاس سی ڈی پلیئر (cd player) ہے۔ آپ اسے کہیں بھی لے جا سکتے ہیں۔ آپ اسے ساحل سمندر پر، پہاڑوں پر، جنگلات کے اندر، صحرا میں حتیٰ کہ قطب شمالی پر بھی لے جاسکتے ہیں، اور ہر جگہ اس میں ریکارڈ شدہ موسیقی سے لطف اندوز ہوسکتے ہیں۔اس ایجاد سے پہلے انسانی تاریخ میں ایسا ممکن نہیں تھا۔پچھلی صدیوں میں اگر آپ موسیقی سننا چاہتے تھے تو آپ کو گائیک کے سامنے بیٹھ کر اسے سننا پڑتا تھا،مگر اب ہمیں یہ سہولت میسر ہے کہ دنیا کے کسی بھی حصے میں ہم اس موسیقی سے لطف اندوز ہوسکتے ہیں۔ایک لحاظ سے یہ سی ڈی پلیئر جمہوریت کی اعلیٰ ترین مثال ہے کیونکہ یہ بہت سے لوگوں کو وہ سہولت مہیا کر دیتا ہے جس سے پہلے چند لوگ ہی فائدہ اٹھاسکتے تھے۔اب سوچئے کہ یہ کیسے ممکن ہوا؟ ہے نا عجیب بات کہ طبیعیات کے ایک ماہر نے اس کا خواب دیکھا تھا۔

ہر سی ڈی پلیئر کے اندر ایک لیزر[i] (laser) ہوتا ہے جس کی روشنی ڈسک کے اُبھاروں اور گڑھوں سے ٹکرا کر سگنل بن کے واپس آتی ہے اور سی ڈی پلیئر کا الیکٹرانک سرکٹ ان سگنلز کو آواز میں بدل دیتا ہے۔

اس لیزر کی دریافت اتفاقیہ نہیں تھی۔اس کا ڈیزائن روشنی کی لہروں اور ذرات کے متعلق علم کو سامنے رکھ کر تیار کیا گیا تھا،جس کا تصور کوانٹم طبیعیات [(ii)] (quantum physics) سے ملتا ہے۔کوانٹم طبیعیات کے ذریعے ایٹم اور اس سے بھی چھوٹے ذرات کی ننھی منی اور عجیب دنیا کے متعلق بڑی گہری معلومات حاصل ہوتی ہیں۔ یہ لیزر اس اصول کے مطابق کام کرتے ہیں جسے تقریباً ایک سو سال پہلے آئن سٹائن نے دریافت کیا تھا۔ یہ صرف ایک نظریاتی کام تھا۔ اُس کے وہم وگمان میں بھی نہیں تھا کہ محض پچاس سال بعد دوسرے سائنسدان اس نظریے کو استعمال کرتے ہوئے چمکدار خالص روشنی حاصل کرلیں گے،یعنی لیزر کو عملی شکل دے دیں گے۔

کسی کے بھی گمان میں نہیں تھا کہ انجینئرز ان چھوٹے سے لیزرز (lasers) کو موسیقی پڑھنے کے لیے استعمال کریں گے۔ یہ صرف لیزر ہی کا کام نہیں، بلکہ اس میں لاکھوں ٹرانزسٹروں سے بنا ہوا وہ الیکٹرانک سرکٹ بھی ہے جو موسیقی کو آواز میں تبدیل کرتا ہے۔ یہ سرکٹ بھی ایک ایسا آلہ تھا جو کوانٹم طبیعیات کی مدد سے ہی بنایا گیا تھا،اور اس کام کو صرف انجینئروں اور ماہرین طبیعیات نے ہی انجام نہیں دیا بلکہ موسیقی کی سی ڈی پر ابھار اور گڑھے بنانے کے کام میں حساب،ٹرگنومیٹری اور الجبرا سے متعلق ریاضی دان بھی شامل تھے۔ یہ ایسے مضامین ہیں جن کے متعلق عموماً یہ سوچا جاتا ہے کہ کیا ان کا بھی کوئی مصرف ہے؟

یہ صرف ایک سی ڈی پلیئر کا ہی معاملہ نہیں ہے۔ ہر سپر مارکیٹ کے ادائیگی کے کاؤنٹر پر لیزر لگے ہوتے ہیں،اور ہر موبائل فون میں لاکھوں ٹرانزسٹر ہوتے ہیں۔اس بات کو بیان کرنے کا میرا مقصد یہ جتانا ہے کہ یہ کوانٹم طبیعیات کے اصولوں پر بنائی گئی وہ مشینیں ہیں جنھوں نے تجریدی خیالات کو عملی شکل دے دی ہے اور جنھیں ہم روزانہ استعمال کرتے ہیں۔

میرا تعلق طبیعیات کے اس شعبے سے ہے جہاں نظریات جنم لیتے ہیں۔ میں ریاضی کے خواب دیکھنے،انھیں الٹی سیدھی لکیروں میں بند کرنے والا وہ شخص ہوں جو ان سب ماہرین کو جوڑنے والی زنجیر کے تجریدی حصے پر کام کرتا ہے۔ یہ سوچنا غلط ہے کہ ریاضی کا تعلق صرف ریاضی دانوں سے ہے۔بعض اوقات طبیعیات میں اس طرح کی ریاضی کی ضرورت پیش آجاتی ہے جو ابھی ایجاد ہی نہیں ہوئی۔ایسے موقعوں پر ہم خود ہی مطلوبہ ریاضی بنالیتے ہیں،اور ریاضی دان بعد میں آکر اسے مربوط کردیتے ہیں۔البتہ کبھی معاملہ اس کے برعکس بھی ہوتا ہے۔بعض اوقات جب ہمیں کوئی نئی قسم کے سوال حل کرنے پڑتے ہیں،تو ہمیں پتہ چلتا ہے کہ اس قسم کی ریاضی تو ریاضی دان سو سال پہلے ہی دریافت کرچکے ہیں۔اگرچہ اس وقت ان ریاضی دانوں نے یقیناً یہ نہیں سوچا ہوگا کہ وہ جو خالص ریاضی چھوڑے جارہے ہیں وہ کبھی کسی کے کام بھی آئے گی۔ لیزر کی بھی یہی کہانی ہے۔میرے کام کا تعلق موجوں سے ہے، چاہے روشنی کی موج ہو، پانی کی یا کوانٹم طبیعیات کی یا

دوسری اقسام کی موجیں۔ ان موجوں کے درمیان تعلق معلوم کرنے میں میری گہری دلچسپی رہی ہے۔ جب میں نے یہ معلوم کرنے کی کوشش کی کہ بڑی دوربینوں میں تصویر دھندلی کیوں ہو جاتی ہے، تو پتہ چلا کہ اس کی وجہ بھی وہی ہے جس وجہ سے تیراکی کے تالابوں کی تہہ میں روشنی کی چمکدار لکیریں رقصاں نظر آتی ہیں۔

یہ ایک اچھا مشغلہ ہے، اور یہ میرے لیے یوں بھی موزوں ہے کہ میں آگے بڑھنے کے لیے دوسروں کو پچھاڑنے کا قائل نہیں ہوں۔ یہ بات کچھ عجیب لگے گی کیونکہ عام تاثر یہی ہے اور میڈیا بھی اسے بڑھا چڑھا کر بیان کرتا ہے کہ سائنسدان ایک دوسرے کے گلے پڑے رہتے ہیں۔ اپنی دریافتیں دوسروں سے پہلے شائع کروانے کے لیے جھگڑتے ہیں اور ریسرچ کے لیے ملنے والی رقم کے لیے دوسروں کو نیچا دکھانے کی کوشش کرتے ہیں۔ اس میں کوئی شک نہیں کہ دوسری انسانی سرگرمیوں کی طرح یہ بھی کبھی کبھار ہو جاتا ہے، لیکن ایک سائنسدان کی حیثیت سے میں نے جتنی زندگی گزاری ہے اس میں میرے ساتھ معاملہ اس کے برعکس ہی ہوا ہے۔ میں نے سائنسدانوں کو ایک دوسرے سے مقابلہ نہیں بلکہ دوستانہ تعاون کرتے اور تجربات سے ملنے والے نتائج کو راز میں رکھنے کی بجائے ان پر گفتگو کرتے پایا ہے۔ میرا کہنے کا یہ مطلب نہیں کہ سائنسدان دوسروں سے بہتر انسان ہوتے ہیں، بلکہ حقیقت یہ ہے کہ اپنی نجی زندگی میں ہم بھی دوسرے لوگوں جیسے ہی ہوتے ہیں۔ ہم سائنسدان ایک دوسرے کے ساتھ تعاون اس لیے کرتے ہیں کہ قدرت کے راز اتنی خوبصورتی سے چھپے ہوتے ہیں کہ کوئی شخص چاہے وہ عورت ہو یا مرد انفرادی طور پر انھیں تلاش کر ہی نہیں سکتا۔ ہم جب مل کر کام کرتے ہیں تو ہماری مجموعی ذہانت بڑھ جاتی ہے، چنانچہ مل کر کام کرنے میں ہی عافیت معلوم ہوتی ہے۔ یہ تعاون تمام ثقافتوں، قوموں، نسلوں اور مذاہب سے بالاتر ہوتا ہے۔ میں چاہے برطانیہ میں ہوں یا امریکہ، افریقہ، چین، لبنان یا اسرائیل میں، ہمارے درمیان ایک فوری رابطہ اور تعلق قائم ہو جاتا ہے (شکر ہے کہ سب سائنسدان انگریزی بول سکتے ہیں)۔

جب میں نے اپنی عملی زندگی کا آغاز کیا، تو مجھے ان باتوں کا کچھ پتہ نہیں تھا، میں اس طرح کے خواب نہیں دیکھتا تھا۔ میں نہیں جانتا تھا کہ چیزیں ایک دوسرے کے ساتھ جڑی ہوتی ہیں۔ مجھے سفر کرنے اور دوسرے سائنسدانوں سے تعاون کرنے کے بارے میں بھی زیادہ پتہ نہیں تھا۔ میرے خاندان میں میرے رشتے کا ایک ہی بھائی تھا جس نے سولھویں سے زیادہ تعلیم حاصل کی تھی۔ یہ کوئی امیر اور خوشحال خاندان نہیں تھا۔ میرے والد ٹیکسی ڈرائیور تھے اور بڑے غصے والے تھے۔ اپنی کمائی کا بیشتر حصہ وہ جوئے میں ہار دیتے تھے۔ چنانچہ گھر کے اخراجات کے لیے میری والدہ کو سلائی کا کام کرنا پڑتا تھا جس نے ان کی آنکھیں خراب کر دی تھیں۔ میری خوش قسمتی ہے کہ میں ایک ایسے معاشرے میں پیدا ہوا تھا جہاں تعلیم حاصل کرنے کے لیے امیر ہونا ضروری نہیں تھا، اور آپ جانتے ہیں کہ تعلیم تمام کامیابیوں کی کنجی ہوتی ہے۔

اِس مضمون میں اُوپر میں نے ایک جگہ کوئی بھی "عورت یا مرد" کے الفاظ استعمال کیے ہیں۔ دنیا کے بچوں میں سے آدھی تعداد لڑکیوں کی ہوتی ہے، ان کی تخلیقی صلاحیت کیوں ضائع ہو جاتی ہے، اس سلسلے میں مجھے کچھ کہنا ہے۔ سب سے پہلی بات یہ کہ سائنس کے بارے میں یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ یہ صرف مردوں کا کام ہے۔ یہ مفروضہ سراسر غلط ہے۔ میں نے سائنسدانوں کے درمیان مقابلے کا نہیں تعاون کا ذکر کیا ہے۔ روایتی طور پر تعاون مردانہ نہیں بلکہ زنانہ صفت ہے۔

پھر سائنس کے متعلق عام خیال یہ ہے کہ اس میں اکثر مشینیں اور کل پرزے ہوتے ہیں جن سے صرف لڑکے ہی کھیلتے ہیں۔ خیر، مجھے کھانا پکانا اچھا لگتا ہے اور مجھے اس بات کی خوشی ہے کہ میرا ایک ساتھی ایسا بھی ہے جو کھانا پکانے کی سائنس میں دلچسپی رکھتا ہے۔ وہ اسے ''سالمیاتی پکوانوں کی ترکیب'' (molecular gastronomy) کا نام دیتا ہے۔ یہ سائنس دراصل کھانے (یا نرم جمے ہوئے مادے) پر کیمیا اور طبیعیات کے اصولوں کا اطلاق ہے، تا کہ کھانا مزیدار بن سکے۔ وہ ایک مشہور باورچی کے ساتھ مل کر نئے اور ذائقہ دار کھانے بنانے میں لگا ہوا ہے۔ مثال کے طور پر وہ ایک ایسی آئس کریم پر کام کر رہا ہے جو مکسچر کو مائع نائٹروجن میں ڈبوتے ہی فوری طور پر تیار ہو جائے اور مزیدار بھی ہو۔

ایک اور عجیب وغریب خیال یہ بھی ہے کہ سائنسدان بننا اور اس کے ساتھ خاندان کی پرورش کرنا، دونوں ایک دوسرے سے مطابقت نہیں رکھتے۔ میری بیوی آنکھوں کے ایک ہسپتال میں ماہر حیاتیات ہے اور خشک آنکھوں(dry eyes) کی تکلیف دہ بیماری کو سمجھنے کی کوشش کر رہی ہے۔ جب ہمارے بچے پیدا ہوئے اس وقت وہ تعلیم حاصل کر رہی تھی۔ چنانچہ نتیجہ یہ ہوا کہ ہمارے بچوں نے اپنی زندگی کے پہلے اٹھارہ ماہ زیادہ تر میرے دفتر میں پرورش پائی۔ یہ ایک دلچسپ تجربہ تھا اور ایک مرد کے لیے انوکھی بات تھی۔ اس سے میں نے بہت کچھ سیکھا۔ (ان میں استعمال کے بعد پھینک دیے جانے والے پوتڑوں کے استعمال کی ترکیب بھی شامل ہے، جس سے آپ بچوں کے پوتڑے دھونے سے بچ جاتے ہیں)۔

اب حالات بدل رہے ہیں۔ گزشتہ برس میں دو کمیٹیوں میں شامل تھا۔ ان میں سے ایک وہ تھی جسے برطانیہ میں ریاضی پر ریسرچ کا بڑا انعام دینا تھا اور ڈیڑھ سو سال بعد پہلی مرتبہ یہ انعام ایک خاتون کو ملا۔ دوسری کمیٹی وہ تھی جس نے یورپ کے چھ نوجوان باصلاحیت ریاضی دانوں کو تحقیقی کام کے لیے گرانٹ فراہم کرنا تھی۔ ان میں پہلے دو بڑے ایوارڈ خواتین نے حاصل کیے۔ برطانیہ میں نوجوان سائنسدانوں کو تمام مضامین میں سائنسی ریسرچ کے لیے بہترین ملازمتیں رائل سوسائٹی آف لندن (Royal Society of London) کی طرف سے فراہم کی جاتی ہیں (دراصل یہی ہماری سائنس اکیڈمی (Scientific Academy) ہے)۔ اس

مقصد کے لیے وہ ہر سال کئی سو گرانٹس دیتے ہیں۔ گزشتہ برس، ان میں سے بہت سی گرانٹس خواتین کو دی گئیں۔ یہ صورت حال اس بات کی گواہی دیتی ہے کہ حالات بدل رہے ہیں۔

سائنسی دریافت سے خوشی ہمیں اس اطمینان کی شکل میں ملتی ہے جو ہمارے اندر اس یقین سے پھوٹتا ہے کہ ہم نے کوئی نئی بات جان لی ہے۔ سائنس کا یہی کمال ہے کہ جب آپ کوئی نئی چیز دریافت کرتے ہیں، چاہے وہ معمولی سی ہی کیوں نہ ہو، تو آپ اس دریافت پر کئی دنوں تک بادلوں میں اڑتے رہتے ہیں۔ مجھے اسی کیفیت سے خوشی ملتی ہے۔

حواشی

* تعارف: مائیکل وکٹر بیری (Michael Victor Berry) 1941ء میں پیدا ہوئے۔ وہ برطانیہ کے ریاضیاتی طبعیات دان (Mathematical Physicist) ہیں۔ ان کی شہرت کوانٹم میکانیات اور بصریات میں اس مظہر کی وجہ سے ہے جو بیری دورانیہ (Berry Phase) کہلاتا ہے۔ انھیں 1996ء میں سر کا خطاب دیا گیا تھا۔ انھوں نے دو کتابیں "Diffraction of Light by Ultrasound" اور "Principles of Cosmology and Gravitation" لکھی ہیں۔ اس کے علاوہ طبعیات پر ان کے تین سو پچانوے تحقیقی مقالات چھپ چکے ہیں۔

(i)۔ لیزر (LASER): Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation کا مخفف ہے۔ یہ ایک ایسا عمل ہے جو ایک مخصوص طول موج کی تیز اور مرکوز روشنی پیدا کرتا ہے۔

(ii)۔ کوانٹم طبعیات (Quantum Physics) کا بنیادی نظریہ یہ ہے کہ جس طرح روشنی کبھی موج کی صورت ظاہر ہوتی ہے اور کبھی ذرے کی صورت بعینہٖ ہر مادی ذرہ بھی موج کی طرح عمل پذیر ہوتا ہے۔ اسی بنیادی نظریے پر کوانٹم میکانیات کی شاندار عمارت تعمیر کی گئی ہے۔

میں ماہرِ طبیعیات کیوں بنا؟

(Why I Became a Physicist)

نیکولاس بلوم برگن*

(Nicolaas Bloembergen)

ایریزونا یونیورسٹی، امریکا

(University of Arizona, USA)



© Courtesy of Nicolaas Bloembergen

نوعمری میں، میں ہالینڈ کے شہر اتریخت (Utrecht) میں ایک لاطینی سکول (جمنازیم) میں پڑھتا تھا۔ یہ تقریباً ایک لاکھ کی آبادی کا شہر تھا۔ ہمارا گھر نواحی علاقے میں تھا، اس لیے میں سکول جانے کے لیے چھ میل سائیکل پر جایا کرتا تھا اور اتنا ہی فاصلہ طے کر کے گھر آتا تھا۔ میرے والدین ہمیشہ نصابی سرگرمیوں کے ساتھ ساتھ کھیل میں حصہ لینے کی بھی حوصلہ افزائی کرتے تھے۔ اس ہائی سکول کے نصاب میں چھ زبانوں اور تاریخ کی تعلیم پر خاص توجہ دی جاتی تھی، لیکن خوش قسمتی سے ریاضی اور سائنس کے اچھے اساتذہ کی وجہ سے میں ان مضامین کی طرف متوجہ ہو گیا، اور میں نے یونیورسٹی میں طبیعیات کے مضمون میں خصوصی مہارت حاصل کرنے کا فیصلہ کر لیا۔ میرے اس فیصلے کی وجہ میرا یہ احساس تھا کہ یہ مشکل مضمون مجھے چیلنج کر رہا ہے۔ میری توجہ اور دلچسپی خاص طور پر مادے کی حرکت اور روشنی کی لہروں کی سمت جیسے طبیعیات کے مظاہر کو ریاضی کی زبان میں بیان کرنے میں تھی۔

میں اپنے سکول کے زمانے کے مشہور سائنسدانوں میری کیوری(i) (Marie Curie) اور البرٹ آئن سٹائن(ii) (Albert Einstein) کی زندگی کے حالات پڑھ کر ان سے بہت متاثر ہوا تھا۔ یونیورسٹی میں، میں اپنے آپ کو نظریاتی طبیعیات میں مہارت حاصل کرنے کے لائق نہیں سمجھتا تھا، اور مجھے یہ بھی پتہ چلا کہ لیبارٹری کے تجربات میں اکثر ناکامی ہوتی ہے اور منفی نتائج بھی برآمد ہو سکتے ہیں۔ اگرچہ کوئی نئی بات دریافت کرنے میں ایک فی صد عمل دخل الہام کا اور ننانوے فی صد خون پسینہ بہانے کا ہوتا ہے، تاہم کچھ دریافت

ہونے کی کامیابی جو مسرت لاتی ہے اس کا کوئی جواب ہی نہیں ہے۔ دوسری جنگ عظیم کے دوران ہالینڈ پر جرمن فوجوں نے قبضہ کر لیا تھا اور نازی حکمرانوں نے مئی 1943ء میں اتریخت یونیورسٹی بھی بند کر دی تھی، مگر میں نے اپنی طبیعیات کی نصابی کتابوں کا مطالعہ اگلے دو سال تک جاری رکھا جب اتحادی فوجوں نے ہالینڈ کو آزادی دلا کر یہ قبضہ ختم کیا۔

طبیعیات کی تعلیم سے میری اس لگن کا نتیجہ یہ نکلا کہ 1946ء کے اوائل میں مجھے امریکا کی ریاست میساچوسیٹس (Massachusetts) کے شہر کیمبرج کی ہارورڈ (Harvard) یونیورسٹی کے شعبہ طبیعیات میں داخلہ مل گیا۔ یہاں میں پی ایچ ڈی کے لیے پروفیسر ایڈورڈ ایم پرسل (Edward M.Purcell) کا پہلا گریجویٹ طالب علم بن گیا جنہیں فیلکس بلاخ[ii] (Felix Bloch) کے ساتھ 1952ء میں طبیعیات کا مشترکہ نوبل انعام کثیف مادے میں جوہری مقناطیسی تشدید (nuclear magnetic resonance in condensed matter) کی دریافت پر ملا۔ ان کی راہنمائی میں جوہری مقناطیسی تخفیف (Nuclear Magnetic relaxation) پر میرا تحقیقی کام بڑا دلچسپ اور تجربات اور نظریات کا نچوڑ ثابت ہوا۔ اس کے نتائج میرے یعنی این بلوم برگن (N.Bloembergen)، ای ایم پرسل (E.M.Purcell) اور آر وی پاؤنڈ[iii] (R.V.Pound) کے نام سے مشترکہ طور پر شائع ہوئے اور اس کا حوالہ ہمارے ناموں کی مناسبت سے اکثر بی پی پی (BPP) کے طور پر دیا جاتا تھا۔ اس وقت یعنی 1948ء میں ہمیں اندازہ نہیں تھا کہ ہماری اس تحقیق کے نتائج چوتھائی صدی بعد مقناطیسی تشدیدی تصویر کشی (Magnetic Resonance Imaging) کو ممکن بنانے کی بنیاد فراہم کریں گے۔ میڈیکل میں تشخیص کے اس طریقے کو 2003ء میں میڈیسن کا نوبل انعام دے کر تسلیم کیا گیا۔ یہ اب اتنا ہی اہم ہو گیا ہے جتنا ایکس ریز سے تصویر کشی۔

جنگ کے مشکل برسوں میں میرے اندر سائنسدان بننے کے فیصلے کے متعلق جو غیر یقینی تھی وہ 1946ء میں دور ہو گئی۔ یہ وہ زمانہ تھا جب سائنس کی دنیا ایک سنہری دور میں داخل ہوئی اور میں نے آنے والی نصف صدی کے ماہ وسال اس میں سرگرم رہ کر گزارے۔ ہارورڈ کے تدریسی عملے کے رکن کی حیثیت سے میں نئی نسلوں کے طالب علموں کو پڑھانے کا لطف لیتا رہا۔ ان کی رفاقت، مباحثوں اور تنقید سے مجھے بہت فائدہ پہنچا۔ سائنس چونکہ ایک عالمی موضوع ہے اس لیے عالمی کانفرنسوں میں شرکت کے لیے سفر بھی فرحت بخش رہے اور میں فرانس، جرمنی، بھارت اور ہالینڈ کے ساتھ ساتھ امریکا کی مختلف ریاستوں کی یونیورسٹیوں میں مہمان استاد کی حیثیت سے بھی خدمات انجام دیتا رہا۔

مقناطیسی تخفیف (magnetic relaxation) کے عمل پر میرے ابتدائی کام کا قدرتی نتیجہ 1956ء

کی میری اس ایجاد کی شکل میں سامنے آیا جو میزرز (masers)[iv] اور لیزر[v] (lasers) شعاعوں سے تعلق رکھتی ہے۔ میں نے ان شعاعوں کے انگیخت کردہ (stimulated) اخراج کو بنیاد بنا کر انہیں بتدریج مزید توانائی فراہم کرنے کا طریقہ ایجاد کیا اور یوں یہ ثابت کر دیا کہ زمان ومکاں (space and time) میں روشنی کی توانائی کے ارتکاز سے انتہائی درجے کی چمک (intensity) حاصل کی جاسکتی ہے۔ اس دریافت سے تحقیق کا ایک نیا راستہ کھل گیا جس کا تعلق انتہائی شدید روشنی میں مادوں کی بصری خصوصیات سے ہے اور اسے غیر خطی بصریات (Nonlinear Optics) کہتے ہیں۔

خوش قسمتی سے لیزرز اور غیر خطی بصریات نے کئی اہم تکنیکوں کو جنم دیا ہے۔ لیزر بڑے پیمانے پر طب اور سرجری میں استعمال ہو رہے ہیں اور دنیا بھر میں آپٹیکل فائبر مواصلات (optical fiber communication) میں اور تعمیرات اور خام مال کی تیاری کی صنعت میں اہم کردار ادا کر رہے ہیں۔

آج اگر پلٹ کر دیکھا جائے تو پینسٹھ برس پہلے میں نے طبیعیات دان بننے کا جو فیصلہ کیا تھا وہ بڑا فائدہ مند ثابت ہوا۔ آج کل شاید حیاتیاتی سائنسز (life sciences)، ارضی طبیعیات (geophysics) اور علم کائنات (cosmology) اُس وقت سے بھی عظیم چیلنج پیش کرتے ہوئے تحقیق کی دعوت دے رہے ہیں۔ اگر آپ ان میدانوں میں دلچسپی رکھتے ہیں تو آپ کو مزید سائنسی تربیت حاصل کرنے پر سنجیدگی سے غور کرنا چاہیے۔ اس وقت ہر ملک میں نت نئی ٹیکنالوجی پر مبنی ایجادات معاشرے پر گہرے اثرات مرتب کر رہی ہیں اور یہ سب سائنسی اصولوں کی بنیاد پر بنی ہیں۔ اس لیے دنیا کے تمام ملکوں کو مزید ایسے لیڈروں کی ضرورت ہوگی جو سائنسی فنِ تحقیق سے کچھ واقفیت رکھتے ہوں۔ ہوسکتا ہے کہ فطرت کی کچھ انوکھی باتیں آپ کو اتنی پُرکشش معلوم ہوں کہ آپ سائنسدان بننا ہی پسند کریں۔

حواشی

* **تعارف:** نیکولاس بلوم برگن (Nicolaas Bloembergen)، 1920ء میں پیدا ہوئے۔ ڈچ نژاد امریکی طبیعیات دان ہیں، انہیں 1981ء میں لیزر طیف پیمائی کی تحقیق پر آرتھر شولو (Arthur Schawlow) اور کائی ذیگ بان (Kai Siegbahn) کے ساتھ نوبل انعام ملا۔ انہوں نے آرتھر شولو کے ساتھ مادے کی ایسی خصوصیات پر بھی کام کیا جن کا پتا لیزر کے بغیر نہیں لگایا جاسکتا۔ اس سے پہلے انہوں نے چارلس ٹاؤنس (Charles Townes) کے میزر میں بھی تبدیلیاں کی تھیں۔

(i)۔ میری سکوڈووسکا کیوری (Marie Skodowska Curie)، 1867۔1934، پولینڈ نژاد فرانسیسی طبیعیات دان اور کیمیا دان تھیں۔ وہ پہلی سائنسدان ہیں جنہوں نے دو نوبل انعام حاصل کیے۔ انہیں پہلا نوبل انعام 1903ء میں طبیعیات میں تابکاری کی دریافت پر حاصل کیا۔ یہ مشترکہ انعام انھیں ان کے شوہر پی ایغ کیوری (Pierre Curie) اور ہنری بکیریل (Henri Becquerel) کے ساتھ ملا تھا، پھر انہیں 1911ء میں ریڈیم (radium) اور پولونیم (polonium) کی

دریافت پر کیمیا کا نوبل انعام ملا۔ میری کیوری کے بعد آج تک کوئی اور خاتون دو نوبل انعام حاصل نہیں کرسکی۔
(ii)۔ دیکھئے حواشی صفحہ نمبر 26۔
(iii)۔فیلکس بلاخ (Felix Bloch) ، 1983-1905، سوئٹزرلینڈ کے ماہر طبیعیات تھے۔ انہوں نے وقت کے ساتھ سالمی مقناطیسیت کے ارتقاء کے لیے ایک مساوات تجویز کی جسے بلاخ مساوات کہتے ہیں۔ 1952ء میں طبیعات کا نوبل انعام انہیں ایڈورڈ پرسل (Edward Purcell) کے ساتھ مشترکہ طور پر دیا گیا تھا۔
(iv)۔رابرٹ ووین پاؤنڈ (Robert Vivian Pound)، 2010-1919، امریکی طبیعیات دان تھے جنہوں نے سالمی مقناطیسی ریزونینس کی دریافت میں حصہ لیا تھا۔
(v)۔میزر (MASER) اس آلے کو کہتے ہیں جو انگیختہ اخراج کے ذریعے برقی مقناطیسی خورد لہروں کو بڑھاتا اور مربوط کرتا ہے۔ اس کا تصور بنیادی طور پر آئن سٹائن نے 1917ء میں پیش کیا تھا۔ میزر دراصل شعاعوں کے انگیختہ اخراج کے ذریعے خورد لہروں کے اضافے (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) کا مخفف ہے۔ میزر کو انتہائی درست فریکوینسی حاصل کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔
(vi)۔لیزر (LASER) دیکھئے حواشی صفحہ نمبر 49۔

سائنس کی بہتر عوامی آ گاہی کا فرض

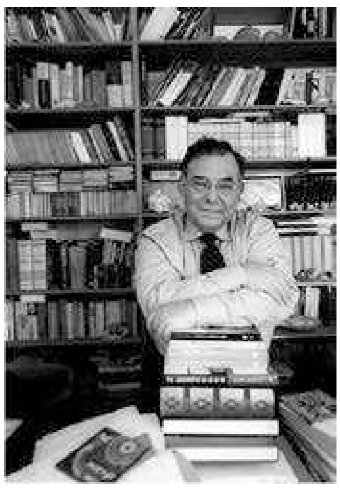
(A Duty to Improve Public Understanding of Science)

ایڈوآرڈو بون چی نیلی*

(Edoardo Boncinelli)

انٹرنیشنل سکول برائے ایڈوانسڈ سٹڈیز، ٹری ایسٹے ،اٹلی

(Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati, Trieste, Italy)



© Courtesy of Edoardo Boncinelli

فلسفی سینٹ آگسٹین[i] (Augustine) نے سولہ صدی پہلے کہا تھا کہ ’’میری بس یہی خواہش ہے کہ میں خدا اور روح کو پہچان لوں۔ اس کے سوا کچھ نہیں، کچھ بھی تو نہیں‘‘۔ لڑکپن سے لے کر جوانی تک میرے تجسس کا مرکز عالمِ وجود کی ساخت تھی، جو کہ اجرامِ فلکی سے لے کر ایٹم اور اس سے بھی چھوٹے ذرات تک محیط ہے، اور جسے جدید دور میں خدا کا ہم پلہ سمجھا جاتا ہے۔ میری سائنسی زندگی کے دوسرے دور میں میری توجہ کا مرکز یہ ہوگیا کہ دماغ کس طرح کام کرتا ہے اور حقیقت میں وہ کیا چیزیں ہیں جنھیں ہم ذہن اور رویہ کہتے ہیں۔ اسے روح کا جدید متبادل کہہ سکتے ہیں۔ پہلے پہل مجھے فلسفہ کا شدید شوق رہا اور میں نے زیادہ تر سپی نوزا[ii] (Spinoza)، کانٹ[iii] (Kant)، ہوسرل[iv] (Husserl) کو پڑھا، پھر میں جدید طبیعیات کی کامیابیوں میں گہری دلچسپی لینے لگا۔ اپنی عمر کی دوسری دہائی میں اضافیت کے تصوّرات (ideas of relativity) اور نئی ایٹمی طبیعیات کی مقبول اور نیم مقبول کتابیں بڑے ذوق وشوق کے ساتھ پڑھا کرتا تھا۔ اس دلچسپی کے سبب ناگزیر ٹھہرا کہ میں اٹلی کے تاریخی شہر فلورنس کی یونیورسٹی (University of Florence) میں طبیعیات کی تعلیم حاصل کروں۔ وہاں میں نے انتہائی چمکدار روشنی کی شعاع پیدا کرنے والے لیزر (Laser) پر اول اول ہونے والا تجرباتی کام کیا۔ اس کے باوجود جیسے ہی میں نے گریجویشن مکمل کی، میں نے اپنا رخ علم حیاتیات (biology) کی طرف موڑ دیا۔ یہ بہت بڑی تبدیلی تھی۔ طبیعیات کو چھوڑ کر علم حیاتیات (biology) اختیار کر لینا اور فلورنس سے نیپلز چلے جانا دو ایسے فیصلے تھے جن پر مجھے کبھی پچھتاوا نہیں ہوا۔

دراصل جس چیز نے میری زندگی بدل دی تھی، وہ آئزک ایسیموف (Isaac Asimov) کی لکھی ہوئی ''جینیٹک کوڈ'' (The Genetic Code) نامی چھوٹی سی کتاب تھی۔ 1966ء میں جینیٹک کوڈ نیا نیا سامنے آیا تھا اور اس میں بھی صرف چندگنی چنی چھوٹی پروٹینز کی ساختوں کا علم حاصل ہوا تھا۔ یہ کتاب کسی جاسوسی کہانی کی طرح لکھی گئی تھی اور اس نے زندگی کے متعلق کئی حل طلب گنجلک سوالوں کی نئی دنیا میرے سامنے کھول دی۔ میں نے فیلوشپ کے لیے درخواست دی اور اس یقین کے ساتھ نیپلز چلا گیا کہ صرف دو تین سال وہاں رہوں گا۔ بجائے اس کے میں 1968ء سے 1991ء تک تئیس برس وہاں رہا۔ نیپلز میں، میں نے پھلوں پر بیٹھنے والی شہد کی مکھیوں ڈروسوفیلا (Drosophila) کے مطالعے سے ابتدا کی جن کی جینیاتی ساخت یقیناً باقی تمام جانداروں کی نسبت زیادہ بہتر طور پر معلوم تھی۔ طبیعیات کے مسائل کو حل کرنے کے مقابلے میں مختلف جینز کے ملاپ سے جو نقش بنتے ہیں انھیں سمجھنا، میرے لیے بہت آسان تھا۔ اس لیے سالماتی حیاتیات (Molecular Biology) کے ابتدائی دور میں ہی میں نے کچھ جینز کی درجہ بندی پر چند اچھے مضامین شائع کروا دیے۔

1981ء میں، میں نے انسان سمیت دودھ پلانے والے دوسرے جانوروں کی سالماتی جینیات کا مطالعہ شروع کرنے فیصلہ کیا۔ 1985ء میں میری پیشہ ورانہ زندگی میں حادثاتی طور پر ایک بہت بڑی تبدیلی رونما ہوئی۔ ہوا یوں کہ علم حیاتیات کی ایک کانفرنس میں شرکت کے لیے کولوریڈو (Colorado) کے شہر بولڈر (Boulder) جاتے ہوئے میں دوسرے سائنسدانوں کے ساتھ نیویارک میں ٹرانس ورلڈ ائیر لائنز (TWA) کے ٹرمینل میں سات گھنٹے تک پھنسا رہا۔ سوئٹزرلینڈ کے شہر باسل (Basel) سے آئے ہوئے والٹر گہرنگ (Walter Gehring) بھی ان سائنسدانوں میں شامل تھے۔ انھوں نے حال ہی میں ڈروسوفیلا مکھیوں کے مطالعے سے ان کی نشو و نما کے متعلق حیرت انگیز دریافتیں کی تھیں۔ جینز کی ایک گروہی قسم جو، ہومیو جینز (Homeogenes) کہلاتی ہے وہ ان مکھیوں میں پائی جاتی ہے اور وہ ان کے جسم کے مختلف حصوں کی صحیح نشو و نما کے عمل میں بڑا اہم کردار ادا کرتی ہے۔ ان جینز میں سے کسی ایک میں تبدیلی ان کے دو پروں کی جگہ چار پر اگا سکتی ہے یا اس سے چھ ٹانگوں کی جگہ اس کی آٹھ ٹانگیں ہو سکتی ہیں اور یہ بھی ممکن ہے کہ اس کے سر پر دو ٹانگیں اگ آئیں۔ والٹر اپنے تجربات کے دوران ان جینز میں سے تین کو دوسروں سے الگ کرنے میں کامیاب رہا تھا، اور ان کا مشاہدہ کرتے ہوئے وہ اس نتیجے پر پہنچا تھا کہ ان کے درمیان ایک مخصوص حصہ مشترک ہے۔ جس کا نام فوری طور پر ہومیو باکس (Homeobox) رکھ دیا گیا۔ اس دریافت سے یہ پتا چلا کہ ان جینز کا سلسلہ نسب ایک ہے اور یہ ایک مشترکہ طبعی عمل سے گزرتی ہیں۔ دراصل یہی جینز وہ سالمے بناتی ہیں جنہیں اب نیوکلیئر پروٹین (nuclear protein) کہا جاتا ہے جو بہت سے دوسرے جینز کی سرگرمیوں کو کنٹرول کرتی

ہیں۔اس اعتبار سے انہیں ''ماسٹر کنٹرول جینز'' کہا جاتا ہے کیونکہ یہ عمومی ''جسمانی بناوٹ'' (body plan) کو اپنی مرضی کے مطابق ڈھالتی ہیں اور وہ اپنے فیصلے کو ان بہت سی جینز پر بھی لاگو کرتی ہیں جو احکامات بجا لانے والی جینز (executor genes) کہلاتی ہیں۔

والٹر گہرنگ نے مجھے یہ ساری باتیں اُن سات گھنٹوں کے دوران بتائیں۔میں نے یہ امید باندھتے ہوئے کہ دودھ پلانے والے جانداروں میں بھی کچھ ایسا ہی ہوتا ہوگا، اسی وقت ان جینز کے مطالعے کا فیصلہ کرلیا۔میں جب واپس پہنچا تو چند ہی دنوں میں میرے گروپ نے یہ ثابت کر دیا کہ مکھیوں اور دودھ پلانے والے جانداروں کے جینز کے طرزِ عمل میں مماثلت موجود ہے۔دودھ پلانے والے جانداروں اور حقیقتاً تمام اعلیٰ جانداروں میں ایسے جینز پائے جاتے ہیں جو قریب قریب پھلوں پر بیٹھنے والی مکھیوں کے اندر عمل کرنے والے جینز سے ملتے جلتے ہیں اور ہر جاندار میں ایک ہی طرح کا کام کرتے ہیں یعنی جسم کے تمام حصوں کی مناسب نشو ونما کو کنٹرول کرنا۔میں نے ان جینز کا جنھیں ہاکس (HOX) جینز کہا جاتا ہے، چوہوں اور انسانوں میں مطالعہ کیا اور ان کے عمل کے کئی ماڈل تجویز کیے۔

1991ء میں، میں میلان کی ایک بڑی لیبارٹری میں جا پہنچا، اور یہاں میں نے دماغ کی نشو ونما کو کنٹرول کرنے والی ایسی ہی جینز کے مطالعے کی خاطر، ہاکس جینز کا مزید مطالعہ ترک کر دیا۔اِن جینز کی شناخت نے کوئی شک و شبہ نہیں رہنے دیا تھا کہ انسانوں، چوہوں، مینڈکوں، مکھیوں، پیٹ کے کیڑوں (round worms) اور بڑے ادنیٰ قسم کے چپٹے کیڑوں (flat worms) میں ایک جیسی جینز سر کی نشو ونما کو کنٹرول کرتی ہیں۔یہ بڑی غیر متوقع دریافت تھی۔مزید برآں ہم یہ ثابت کرنے میں کامیاب ہو گئے کہ ان جینز میں سے ایک جس کا نام ای ایم ایکس2 (EMX2) رکھا گیا وہ ہمارے قشرِ دماغ (cerebral cortex) کی صحیح نشو ونما میں بڑا اہم کردار ادا کرتی ہے۔قشر ہمارے دماغ کا انتہائی قیمتی حصہ ہوتا ہے اور یہی ہمیں دوسرے جانداروں سے الگ کرتا ہے۔اس طرح کی جینز کے مطالعے سے ہم مرگی، ذہنی کمزوری اور بعض نفسیاتی بیماریوں کے متعلق گہری سوجھ بوجھ پیدا کر سکتے ہیں۔ان مطالعوں سے میری دلچسپی اس بات میں بڑھتی چلی گئی کہ دماغ کیسے کام کرتا ہے۔اب یہ کوئی خالص قیاس آرائی پر مبنی موضوع نہیں رہا، بلکہ اب اس کا شمار دماغی پہچان کاری کی سائنس (Cognitive Neurosciences) کے دائرہ کار میں ہونے والے تجرباتی مطالعے کے طور پر کیا جا سکتا ہے۔

1996ء سے میں نے اپنا کچھ وقت چند ایسی کتابیں لکھنے کے لیے وقف کر دیا ہے جن کا مقصد سالماتی حیاتیات جیسے جدید اور دلچسپ امور کو مقبولِ عام بنانا ہے۔مجھے پورا احساس ہے کہ اس طرح کی کتابیں

میرے ابتدائی ایام میں میرے لیے کتنی اہم تھیں۔اب میں لیکچر دیتا ہوں، اخبارات میں مضمون لکھتا ہوں، اور لوگوں پر یہ واضح کرتا ہوں کہ آج علم حیاتیات اور سائنس کی صورت کیا ہے اور یہ ہم سب کے لیے کیا کر سکتی ہیں۔ میں اسے اپنا فرض سمجھتا ہوں اور اُمید کرتا ہوں کہ اس طرح اگر کہیں اور نہیں تو کم از کم میرے ملک میں تو لوگ سائنس کو پہلے سے زیادہ اور بہتر طور پر سمجھ سکیں گے۔

حواشی

* **تعارف:** ایڈورڈو بون چی نیلی (Edoardo Boncinelli)، 1941ء میں اٹلی کے شہر فلورنس میں پیدا ہوئے۔انھوں نے بنیادی طور پر جینیات اور سالماتی حیاتیات پر تحقیقی کام کیا ہے۔ ان کی تحریر کردہ مشہور کتابوں میں ''جینز کی کھوج میں'' (Hunting for Genes)، ''ہماری جینز'' (Our Genes) اور ''دماغ، ذہن اور روح'' (The brain, the mind and the soul) شامل ہیں۔

(i)۔ سینٹ آگسٹین (St. Augustine) 430ء-354ء اطالوی فلسفی اور مذہبی علوم کے ماہر تھے۔الجزائر کے شمال مشرقی علاقے کے شہر عنابہ کے بشپ تھے۔اُن کی فلسفہ کی دو مشہور کتابیں ''خدا کا شہر'' (City of God) اور ''اعترافات'' (Confessions) ہیں۔

(ii)۔ سپی نوزا، (Spinoza) 1677-1632ء پرتگالی فلسفی تھے ان کے فلسفے نے اٹھارھویں صدی کے یورپ میں روشن خیالی کی بنیاد رکھی۔ان کی کتاب اخلاقیات (Ethics) ان کے فلسفے کا نچوڑ ہے۔اس کتاب میں وہ خدا اور فطرت یا قدرت کو ایک ہی قرار دیتے ہیں اور کہتے ہیں کہ کائنات کی ہر چیز ایک حقیقت ہے اور اس حقیقت کے لیے ایک ہی طرح کا قانون ہے اور یہ قانون انسانوں سمیت اس کائنات کی تمام چیزوں کے لیے ایک جیسا ہے۔

(iii)۔ ایمانوئل کانٹ (Immanuel Kant) 1804ء-1724ء جرمن فلسفی اور علوم بشریات کے ماہر تھے۔ان کے دور میں روشن خیالی اور سائنسی ترقی کی راہ ہموار کر چکی تھی۔ نیوٹن (Newton)، گاس (Gauss) اور رابرٹ بائیل (Robert Boyle) جیسے افراد عقلی دلائل کے ذریعے یورپ کو ترقی کے راستے پر آگے بڑھا رہے تھے۔ان کی کتاب خالص دلائل کا تنقیدی جائزہ (Critique of Pure Reason) کا خلاصہ ہی یہ ہے کہ روایتی فلسفے اور مابعد الطبیعیات کی ناکامی سے باہر نکلنے اور آگے بڑھنے کے لیے لازم ہے کہ دلائل اور تجربے کو یکجا کر دیا جائے۔

(iv)۔ ایڈمنڈ گُستاف البریخت ہوسرٹ (Edmund Gustav Albrecht Hussert) 1938ء - 1859ء ایک جرمن فلسفہ دان تھے۔انہوں نے مظہریات (Phenomenology) کے مکتبہ فکر کی بنیاد رکھی تھی۔

سیال حرکیات کے ساٹھ سے زائد سال

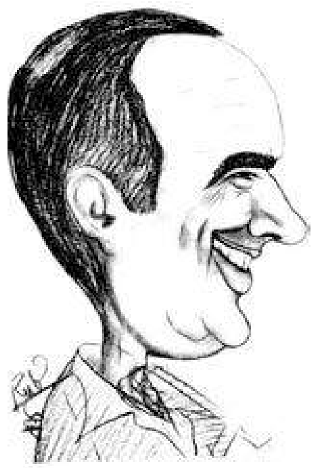
(Sixty-Odd Years of Fluid Dynamics)

پیٹر بریڈشا

(Peter Bradshaw)

سٹینفورڈ یونیورسٹی، امریکا

(Stanford University, USA)



© Courtesy of Peter Bradshaw

1940ء کی دہائی کے شروع میں برطانیہ کا ہر چھوٹا بچہ یہ سمجھتا تھا کہ سپٹ فائر (Spitfire) سب سے بہتر طیارہ ہے۔ ان چھوٹے بچوں میں سے ایک اب بھی ایسا سمجھنے کی طرف مائل ہے۔ بہر حال طیاروں میں میری دلچسپی ابتدائی عمر میں ہی بیدار ہو گئی تھی اور دس برس کی عمر میں، میں نے ٹارکے (ڈیون) [Torquay (Devon)] ماڈل ائیر کرافٹ کلب میں شمولیت اختیار کر لی جہاں میں اُن عمومی مدارج سے گذرا جس میں پہلے پائلٹ بننے کی خواہش ہوتی ہے اور پھر طیارہ ڈیزائن کرنے کی۔ تاہم طیارہ سازی کی انجینئرنگ کی ڈگری حاصل کرنے کے بعد میں نے فیصلہ کیا کہ میں تحقیق کی طرف جانا چاہتا ہوں۔ انہی دنوں، 1950ء کی دہائی کے اواخر میں بہت سے طیارے ایسے تھے جو نمونے کے مراحل سے آگے نہیں جا سکے تھے۔ اس صورتحال نے مجھے خالص تحقیق کی طرف مائل کیا، بجائے پراجیکٹ پر منحصر کام کے جو کہ پراجیکٹ کے ساتھ ہی ختم ہو جاتا تھا۔ اس میں کوئی شک نہیں کہ تحقیق، سچ کی طرح ''شاذ ہی خالص ہوتی ہے مگر سادہ کبھی نہیں ہوتی''۔ میں نے ایسی تحقیق کو ترجیح دی جو بڑی حد تک واضح اور بنیادی طور پر پُرامن ہو اور اگر ممکن ہو تو اس کا فوری اطلاق بھی ہو سکے۔ پریس اور عوام کبھی بھی پُر یقین نظر نہیں آئے کہ کسے سائنس کہا جائے اور کسے ٹیکنالوجی۔ لیکن یہ سادہ سی بات ہے۔ کائنات کیسے اور کیوں کام کرتی ہے اس کو جاننے کا علم سائنس ہے۔ اور ٹیکنالوجی اس علم کو اچھے یا برے مقصد کے لیے استعمال میں لانا ہے۔

سیال مادہ کی حرکت نیویئر سٹوکس مساواتوں (Navier Stokes equations) کے تابع ہوتی

ہے۔ گو کہ ان مساواتوں کی بنیاد کمیت (mass) اور معیارِ حرکت (momentum) کی بقاء (conservation) کے سادہ اصولوں پر رکھی گئی ہے لیکن یہ دیکھنے میں پیچیدہ ہیں اور ان کو حل کرنا بہت مشکل عمل ہے۔ اگر چہ چند سادہ صورتوں میں تو ان مساواتوں کا درست حل (exact solution) ممکن ہے لیکن اکثر صورتوں میں ان کا حل عددی طریق کار (numerically) کے مطابق ہی نکالا جاتا ہے۔ انجینئرز کا واسطہ زیادہ تر متلاطم بہاؤ (turbulent flow) سے پڑتا ہے۔ وہ غیر مستحکم بھنور نما حرکت جو تودہ والے بادل بناتی ہے یا جب دودھ کو چائے میں ڈالا جائے تو بادل جیسے بھنور پیدا کرتی ہے۔ متلاطم بہاؤ کے گرداب اور بھنور کا ایک قابلِ قدر مدّت تک کے لیے مکمل عددی طور پر حساب کتاب کرنا آج ناممکن حد تک مہنگا ہے، سوائے چھوٹے پیمانے پر کسی حد تک سادہ بہاؤ کے لیے۔ اس لیے مائع کے بہاؤ سے تعلق رکھنے والے انجینئروں کو حرکت کی بالکل درست مساوات کی ضرورت نہیں ہوتی، بلکہ وہ نیم تجرباتی اعداد وشمار، نیم مکمل اور اندازے سے حاصل کردہ آسان حل تلاش کر لیتے ہیں۔ میرے لیے سیال حرکیات (fluid dynamics) ابھی بھی ایک دلچسپ موضوع ہے، کیونکہ اس کا انحصار دو عوامل یعنی درست اور مشکل مساوات کا حل اور بھرپور پیمانے پر عملی میدان میں یا لیبارٹری کے اندر پیمائشیں کرنے پر ہوتا ہے۔ سائنس یا انجینئرنگ کی بعض دوسری شاخوں کو یا تو مکمل طور پر نظریہ اور اس کے عددی حل پر انحصار کرنا پڑتا ہے یا مناسب نظریہ کی غیر موجودگی کی وجہ سے کلی انحصار تجربات پر کرنا پڑتا ہے۔

چونکہ متلاطم بہاؤ بہت پیچیدہ ہوتا ہے شائد اِسی لیے میں اب بھی بادلوں کو، بہتے پانی کو اور حتّٰی کہ چائے میں دودھ ملانے کے عمل کو دیکھنا پسند کرتا ہوں۔ یہاں تک کہ جس زمانے میں سگریٹ نوشی مقبول تھی اس زمانے میں کسی بھی کمیٹی کے اجلاس میں، میں کسی ساتھی کے سگریٹ سے اٹھتے دھویں کو دیکھ کر وقت گزارا کرتا تھا۔

سیال حرکیات پر کام کرنے والے مشہور لوگوں میں سے ایک نے جس کا اب انتقال ہو چکا ہے، سٹین فورڈ (Stanford) میں اپنی تحقیق پر لیکچر دیتے ہوئے کہا تھا کہ سائنسی دریافت، جنسی عمل کی بہ نسبت زیادہ فرحت بخش ہوتی ہے۔ ان کے سامعین زیادہ تر گریجویٹ طلبہ تھے اور ان کا بیان سن کر وہ اس نتیجے پر پہنچے تھے کہ یا تو ان صاحب کی زندگی میں کوئی خلا رہ گیا ہے یا خود ان کی زندگی میں۔ تاہم وہ یہ نتیجہ اخذ نہیں کر سکے کہ ان دونوں میں سے کون سی بات درست ہے۔ سیال حرکیات کا علم چونکہ بہت ترقی کر چکا ہے اس لیے اس کے سلسلے میں ''پالیا'' (eureka) کا نعرہ بلند کرنے کے مرحلے بہت کم آتے ہیں۔ البتہ نینوٹیکنالوجی (nanotechnology)(i) اور بائیوٹیکنالوجی (biotechnology)(ii) کے نئے مضامین میں ایسے نعرے اکثر

سنائی دیتے ہیں۔ سب سے زیادہ اطمینان بخش لمحہ وہ ہوتا ہے جب کوئی پیش گوئی درست ثابت ہو جاتی ہے۔
مجھے یاد ہے کہ ایک موقع پر جب ہوائی سرن[iii] (wind-tunnel) کے ڈیزائن کے بارے میں ایک خیال میرے ذہن میں آیا تو میں بھاگا بھاگا لیبارٹری گیا اور اس ڈیزائن کو ٹیسٹ کرنا شروع کر دیا لیکن وہ کامیاب ثابت نہیں ہوا۔ چنانچہ میں دلبرداشتہ ہو گیا۔ پھر مجھے خیال آیا کہ میں نے جلد بازی میں تجربے کے آلات جوڑنے کی ترتیب میں غلطی کر دی تھی۔ جب میں نے تجربہ دہرایا تو میری پیش گوئی درست ثابت ہوئی۔ میں نے ہوائی سرنگ کا ڈیزائن بنانے والوں کو اپنی تجاویز بھیج دیں۔ عام طور پر آج بھی میری ان تجاویز پر عمل ہو رہا ہے۔

سائنس پر کام کرنے کا ایک اطمینان بخش پہلو یہ بھی ہے کہ تحقیقی کام کرنے والے ایک عالمی خاندان کی طرح ہوتے ہیں۔ میری اپنے قصبے کے ڈاکٹر سے تو شاید اتنی جان پہچان نہ ہو جتنی دنیا کے دوسرے کونے پر رہنے والے کسی ایسے شخص سے ہو جو سیال مادہ پر تحقیق کر رہا ہے۔ اگر برسوں بعد کسی ایسے ہی دُور کے ساتھی سے پہلی بار میری بالمشافہ ملاقات ہو تو ہم اجنبیوں کی طرح نہیں بلکہ بڑی اپنائیت کے ساتھ گھل مل جائیں گے۔ کچھ سائنسدانوں کی رفاقت دوسروں کی بہ نسبت زیادہ فرحت بخش ہوتی ہے، مگر بہت ہی کم ناپسندیدہ ہوتے ہیں۔ چند ایک جو کہ سیلانی یا ناقابل اعتبار ہوں سائنس میں زیادہ ترقی نہیں کر پاتے۔ زیادہ تر سائنسی تضادات کا حل با مقصد انداز میں تلاش کیا جاتا ہے اور انھیں بہت جلد دور کر لیا جاتا ہے، جبکہ حقیقت سے دور موضوعات کے تضادات جوں کے توں برقرار رہتے ہیں۔

مینارڈ کینز[iv] (Maynard Keynes) نے ایک دفعہ کہا تھا کہ اقتصادیات کے ماہرین تہذیب و تمدن کے ضامن نہیں ہوتے بلکہ وہ تہذیب و تمدن کو ممکن بنانے کے ضامن ہوتے ہیں۔ میں سمجھتا ہوں کہ یہ بات سائنس کی مختلف شاخوں اور اُن سے اخذ شدہ ٹیکنالوجی پر بھی صادق آتی ہے۔

کوئی بھی تجربہ کرنے یا حساب لگانے سے پہلے خود سے پوچھ لینا چاہیے کہ ان سے ملنے والے نتائج کس کام آئیں گے؟ جہاں تک سیال حرکیات کا تعلق ہے اس میں خواہش یہ ہوتی ہے کہ یہ کام انجینئروں، ماہرین موسمیات (meteorologists)، بحری مظاہر کے سائنسدانوں (oceanographers)، فلکی طبیعیات دانوں (astrophysicists) یا دوسروں کی پیش گوئی کے طریقوں کو بہتر بنا سکے۔ یہ بہتری یا تو بہتر ادراک سے حاصل ہوتی ہے، جو مقداری بلکہ نوعیتی بھی ہو سکتا ہے یا ایسے بہتر اور وسیع تر اعداد و شمار سے جو تقویم (calibration) میں کام آ سکیں اور پیش گوئی کے طریقہ کار کو جانچ سکیں۔

حواشی

*تعارف: پیٹر بریڈشا(Peter Bradshaw) پیدائش1935ء، طیارہ سازی کی انجینئرنگ کے برطانوی ماہر ہیں۔انھوں نے برطانیہ کی نیشنل فزیکل لیبارٹری میں ہوائی حرکیات(Aerodynamics) کے شعبہ سے اپنی پیشہ ورانہ سرگرمیوں کا آغاز کیااور مائع سیال کی حرکیات، تجرباتی ہوائی سرنگوں(Wind tunnel)اور متلاطم بہاؤ کے موضوعات پر تحقیق پر عالمی شہرت پائی۔1988ء سے وہ امریکہ کے سٹین فورڈ یونیورسٹی میں پہلے پروفیسر اور پھر پروفیسر ایمریٹس(Emeritus) رہے۔

(i)۔ نینوٹیکنالوجی(Nanotechnology) کا تعلق اتنے چھوٹے اجسام کی خصوصیات کو سمجھنے اور انہیں استعمال میں لانے سے ہے جن کی کم از کم ایک جہت (Dimension) ایک سے لے کر 100 نینومیٹر کے برابر ہو ایک نینومیٹر = 10^{-9} میٹر۔اس شعبۂ سائنس میں مادہ کو سالمات (Molecules) کی سطح پر بھی کنٹرول کیا جاتا ہے۔نینوٹیکنالوجی کو میکانیات، الیکٹرونکس، کیمیائی تعامل اور حیاتیات سے متعلق مختلف مسائل کے حل کے لیے استعمال کیا جارہا ہے۔

(ii)۔ بائیوٹیکنالوجی(Biotechnology) سے مراد وہ علوم ہیں جن سے جاندار اجسام کے بنیادی اجزاء کی ماہیت اور اعمال کو سمجھنے میں مدد ملتی ہے اور اس طرح حاصل کردہ نتائج کو تشخیص،علاج یادواسازی میں استعمال کیا جاسکتا ہے۔

(iii)۔ ہوائی سرنگ(Wind Tunnel) ایک ایسا تجرباتی نظام ہے جس کے ذریعہ کسی ٹھوس جسم پر تیز ہوا کے گذرنے سے پیدا ہونے والے اثرات کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ یہ ایک ٹیوب نما شکل کا ڈھانچہ ہوتا ہے جس کے وسط میں کوئی ایسی چیز لٹکادی جاتی ہے جس پر ہوا کے اثرات کا جائزہ لینا ہو(جیسے ہوائی جہاز کا ماڈل)۔ہوا کی رو پیدا کرنے کے لئے بڑے بڑے پنکھوں کی مدد لی جاتی ہے اور زیرِ مطالعہ جسم کے مختلف حصّوں پر ہوا کے بہاؤ سے پیدا ہونے والے دباؤ کو حساس آلات کی مدد سے ناپا جاتا ہے۔

(iv)۔ جان مینارڈ کینز (John Maynard Keynes)1946ء-1883ء ایک برطانوی ماہر اقتصادیات تھے جو اپنے میدان میں بیسویں صدی کی سب سے بااثر شخصیت سمجھے جاتے ہیں۔انھوں نے اقتصادیات کے اُن اصولوں کو وضع کیا جن کی مدد سے کسی ملک، یا علاقہ یا پوری دنیا کے بحیثیت مجموعی اقتصادی ڈھانچہ اور کارکردگی کا مطالعہ کیا جاسکتا ہے۔ 1950ء اور 1960ء کی دہائیوں میں بہت سے مغربی ممالک اُن کی تجویز کردہ اقتصادی پالیسیوں پر عمل پیرا رہے۔

بجلی کی ایجاد بہتر موم بتی بنانے کی کوشش کا نتیجہ نہیں تھی

(Electricity was not Invented by Trying to Make Better Candles)

ایڈوآرڈ بریژاں

(Edouard Brézin)

ایکول نارمال سپیریوغ، فرانس

(Ecole Normale Supérieure, France)



© Courtesy of DRFP / Odile Jacob

میں نے طبیعیات کو جن وجوہات کی بنا پر پسند کیا وہ کسی اعتبار سے بھی درست نہیں تھیں۔ ہوا یوں کہ شروع میں میری دلچسپی ریاضی میں تھی، لیکن ایک دن جب میں نے ایک نصابی کتاب کو جو کوانٹم میکانیات (quantum mechanics) پر تھی پڑھنا شروع کیا تو اس کتاب میں اس نظریے کی ریاضیاتی ہیئت نے میرا دل موہ لیا اور میں نے طبیعیات پڑھنے کا فیصلہ کرلیا۔ آج مجھے اس بات کی خوشی ہے کہ میں نے یہ فیصلہ کیا، لیکن اس فیصلے کی بنیاد ایک ایسے مضحکہ خیز تجزیے پر تھی کہ جس کے بارے میں سوچ کر مجھے شرمندگی ہوتی ہے۔ اس میں کوئی شک نہیں کہ کوانٹم نظریے کی طبیعیات کا حسن اور اس کا جوہر تجریدی ریاضی نہیں ہے بلکہ سادہ ترین طبیعی کیفیات کی تشریح اس نظریے کے بہترین خدوخال کو اُجاگر کرتی ہے۔

میں خوش قسمت ہوں کہ میں نے ایسے وقت گریجویشن کی جب فرانس تحقیقات کی راہ پر بڑھنے کے لیے ضروری اقدامات کر رہا تھا، خاص طور پر ایٹمی توانائی جو صنعتی معاشرے کا ایک اہم حصہ بننے والی تھی۔ اس سے پہلے کہ مجھے اس کے متعلق کچھ لکھنا پڑھنا آتا، مجھے ایٹمی توانائی کمیشن سے وابستہ قومی لیبارٹری ''سیکلے'' (Saclay) میں ملازمت مل گئی۔ چونکہ اس وقت بنیادی طبیعیات پر کام کرنے کی معقول فکری آزادی مہیا تھی لہٰذا میں نے ایٹمی ری ایکٹروں پر کام نہیں کیا۔

ایلپس (Alps) کے پہاڑوں میں ایک خوبصورت مقام لے اُوچ (Les Houches) ہے۔ اسے موسمِ گرما کے سکولوں کے لیے مخصوص کر دیا گیا تھا۔ (اُس وقت وہاں ایک موضوع پر آٹھ ہفتے تعلیم دی جاتی

تھی۔) مجھے وہاں کے ایک اُستاد یاد آ گئے۔انھوں نے اپنی سوچ کے مطابق طبیعیات کے بڑے بڑے تحقیق طلب مسائل کی فہرست تیار کی تھی، جو کچھ یوں تھی:

- کمزور اور طاقتور نیوکلیائی (weak and strong nuclear forces) قوتوں کو سمجھنا۔
- ایک نقطۂ فاصل (critical point) کے نزدیک مائع کی رو کے اُتار چڑھاؤ کو سمجھنا۔
- متلاطم بہاؤ (turbulent flow) کے ایک اچھے نظریے کو حاصل کرنا۔
- کوانٹم میکانیات اور کشش ثقل کی قوتوں میں مطابقت پیدا کرنا۔

سینتیس سال بعد میں اسے اپنے لیے ایک اعزاز سمجھتا ہوں کہ مجھے اپنی زندگی میں سائنسی ترقی کے ایسے مراحل کا مشاہدہ کرنے کا موقع ملا جن میں سے اکثر کا تعلق اوپر بیان کیے گئے سوالات سے تھا۔ جہاں تک کمزور نیوکلیائی قوت کا تعلق ہے تو اسے برقی مقناطیسی قوت کے ساتھ اس طرح جوڑ دیا گیا ہے کہ یہ دونوں قوتیں ایک ہی قوت کے دو مختلف مظاہر تسلیم کر لیے گئے ہیں۔رہی بات طاقتور نیوکلیائی قوت کی تو اس کے متعلق یہ معلوم ہو چکا ہے کہ وہ بنیادی ذروں یعنی کوارکس (quarks) کو ایٹمی مرکزے کے عنصری ذروں یعنی نیوکلیونز (nucleons) کے اندر مستقل طور پر باندھ کر رکھتی ہیں۔اس طرح ان طاقتور نیوکلیائی قوتوں کو تشاکل (symmetry) کے اس اصول کی بنیاد سمجھا گیا جو برقی مقناطیسیت کے اندر کارفرما ہوتا ہے (جسے مقامی گیج تشاکل local gauge symmetry کہا جاتا ہے)۔

بہاؤ کے حسّاس اُتار چڑھاؤ کو چند نئے خوبصورت افکار کی مدد سے سمجھا گیا، جو ریاضی کے ان قواعد پر مشتمل ہیں جو ری نارملائیزیشن گروپ (renormalization group) کہلاتے ہیں اور یہ سائنس کے کئی دوسرے شعبوں پر بھی اثر انداز ہوتے ہیں جن میں خود مشابہ (یا فریکٹل) ((self-similar [or fractal]) مظاہر رونما ہوتے ہیں۔ میں نے ان سوالوں کو سلجھانے پر کئی دہائیاں صرف کی ہیں اور میں نے اپنی سائنسی زندگی کے اس لہو گرما دینے والے دور کی خوشگوار یادوں کو ہمیشہ تازہ رکھا ہے۔اگر چہ میں نے مائع حرکیات (hydrodynamics) کے متلاطم بہاؤ پر کبھی کام نہیں کیا لیکن اس کے متعلق بھی اب بہت کچھ جان لیا گیا ہے۔

کوانٹم میکانیات اور کشش ثقل کی قوتوں میں ہم آہنگی کا معاملہ تو ابھی حل طلب ہے، لیکن اس کے متعلق جن سطور پر کام ہو رہا ہے وہ سپر سٹرنگ (superstring) کا نظریہ کہلاتا ہے۔اگر یہ سوچ درست ثابت ہو گئی تو اس سے دنیا کو دیکھنے کے ہمارے انداز پر گہرے اثرات مرتب ہوں گے۔مثال کے طور پر اب جس رخ پر سوچ بڑھ رہی ہے وہ یہ کہتی ہے کہ نظر آنے والی تین کے علاوہ بھی کئی مکانی جہتیں (dimensions of

(space ہیں۔

طبیعیات اس وقت جس مقام پر ہے میرے نزدیک اس میں تحقیق کے بہت سے دروازے کھلے ہیں، کیونکہ اس وقت ہمیں کائنات میں موجود توانائی کی مقدار کا صرف تین فی صد دکھائی دیتا ہے۔بقیہ 97%توانائی زیادہ تر ''تاریک توانائی''[(i)] (dark energy) پر مشتمل ہے۔یہ عدم وجود کی توانائی ہے جو ساری کائنات میں ہر جگہ موجود ہے اور اس کی وجہ سے کائنات کے پھیلنے کی رفتار تیز ہو رہی ہے۔اگر سپر تشاکل (supersymmetry) جو عہد حاضر کے تصورات پر مبنی ہے، صحیح سوچ کی عکاسی کرتا ہے تو اس کا مطلب یہ ہوگا کہ بنیادی ذرّات کے ذخیرہ کا ایک معکوس مجموعہ بھی موجود ہے جسے ابھی دریافت کرنا باقی ہے۔یہ کائنات کے اس تاریک مادے (dark matter) کا وہ بڑا حصہ ہو سکتا ہے جو ابھی تک ہماری نظروں سے اوجھل ہے۔اب تک بنیادی تعامل کی جو سوجھ بوجھ میسر آئی ہے اس نے تحقیق کی نئی راہیں کھول دی ہیں۔مثال کے طور پر یہ تحقیق ہو رہی ہے کہ کیا طبیعیات کی غیر متغیر مقداریں[(ii)] (constants of physics) واقعی غیر متغیر (constant) ہیں یا وہ وقت کے ساتھ بدلتی رہتی ہیں اور کیا ان کی موجودہ مقداریں حادثاتی ہیں یا کسی ایسے اُصول پر مبنی ہیں جسے ابھی دریافت کرنا باقی ہے۔اسی طرح یہ بھی سوچا جا رہا ہے کہ جب ہم کوانٹم کشش ثقل[(iii)] (quantum gravity) کو سمجھ لیں گے تو کیا ہمیں طبیعیات کے تمام بنیادی قوانین کا علم ہو جائے گا یا ان کے بعد سوالات کا ایک نیا دفتر کھل جائے گا؟

طبیعیات کو ان بنیادی معاملات تک محدود سمجھنا بہت بڑی غلطی ہوگی۔مادے کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا بھی بے شمار اجزا (myriads of constituents) پر مشتمل ہوتا ہے اور جوں جوں ہم مادے میں ترتیب اور بے ترتیبی کی مختلف اقسام کو سمجھنے لگتے ہیں، مادے کی نئی نئی اقسام (جنہیں ہم اب تک نہیں جانتے) ہمارے سامنے ظاہر ہونے لگتی ہیں۔فطرت بخوبی جانتی ہے کہ ریاضی کے کلیات سے بچ کر کیسے نکلا جاتا ہے۔مثال کے طور پر خمّسی تشاکل (five-fold symmetries) کرسٹل کی ساخت میں ممنوع ہوتی ہیں، لیکن فطرت نے ہمیں نیم کرسٹل (quasi -crystals) سے نوازا ہے، جن میں تشاکل کی یہی ممنوع قسم موجود ہوتی ہے۔

بیسویں صدی کوانٹم میکانیات کی صدی تھی۔یہ میکانیات برقی مقناطیسی شعاعوں کو جذب اور خارج کرنے سے پیدا شدہ ایٹمی طیف (atomic spectra) کو سمجھ لینے سے وجود میں آئی اور بتدریج آگے بڑھتے ہوئے یہ کیمیا، ایٹمی طبیعیات، انفارمیشن ٹیکنالوجی سمیت ٹھوس حالتوں کی طبیعیات، لیزر وغیرہ کی ترجمان بن گئی۔شروع میں اسے چند مخصوص موضوعات پر کام کرنے والے ماہرین کی زبان سمجھا گیا لیکن جلد ہی یہ ہمارے دور کی روحِ رواں بن گئی۔اب ہم کوانٹم کی دنیا کے ایک نئے دور کا سرگرمی سے جائزہ لے رہے ہیں۔یہ کوانٹم کمپیوٹنگ (quantum computing) کا زمانہ ہوگا جس میں دنیائے کوانٹم کے بظاہر متضاد پہلوؤں کا

استعمال اور پیوستگی (intrication) کی خصوصیت یعنی کسی بڑے نظام کے اجزاء کی ایک دوسرے سے علیحدہ نہ ہو سکنے کی خصوصیت کو بروئے کار لایا جائے گا۔ ہوسکتا ہے کہ اس کے نتیجے میں نئی صدی کے دوران ہماری انفارمیشن ٹیکنالوجی میں غیر معمولی تبدیلیاں رونما ہو جائیں۔

ہر کوئی یہ دیکھ سکتا ہے کہ سائنس، خاص طور پر طبیعیات نے دنیا کے متعلق ہماری سوچ کو کتنا بدل دیا ہے اور یہ ہماری ٹیکنالوجی پر کس حد تک اثر انداز ہوئی ہے۔ مواصلات، توانائی کی پیداوار، طبی عکاسی وغیرہ اس کی چند واضح مثالیں ہیں۔ جس طرح ''بہتر موم بتیاں بنانے کی کوشش میں بجلی ایجاد نہیں ہوگئی تھی'' اسی طرح یہ تمام پیش رفت محض موجودہ ٹیکنالوجی میں بہتری لانے کی کوشش سے ممکن نہیں ہوئی۔ اس لیے یہ یقین کرنے کی کوئی وجہ نہیں بنتی کہ ہماری صدی میں ٹیکنالوجی میں ترقی کا معاملہ گزرے ہوئے زمانے سے مختلف ہوگا۔

حواشی

* **تعارف**: ایڈوارڈ بریژاں (Edouard Brezin) پیدائش 1938ء، فرانس کے نظریاتی طبیعیات دان ہیں۔ انھوں نے ٹھوس مادے کی طبیعیات، مقناطیسیت کے جدید نظریات اور کوانٹم ہال اثر (Quantum Hall Effect) جیسے موضوعات پر اساسی نوعیت کی تحقیق کی ہے۔ 1991ء میں انھیں فرانس کی اکیڈمی آف سائنسز کا ممبر چنا گیا۔ اُن کے بہت سے اعزازات میں سے ایک ICTP کا ڈیراک میڈل ہے (Dirac Medal)۔

(i)۔ تاریک توانائی (Dark Energy) ساری کائنات پر محیط توانائی کی وہ شکل ہے جس کی نوعیت کے بارے میں سائنسدان ابھی کچھ نہیں جانتے۔ تاہم کائنات کے پھیلاؤ کے اسراع (Acceleration) کی وجہ یہی توانائی ہے۔ موجودہ تخمینوں کے مطابق کائنات کے کُل کمیتی-توانائی (Mass-Energy) حجم کا 69 فی صد اسی شکل میں موجود ہے۔ جبکہ تاریک مادہ کا تخمینہ تقریباً 27 فیصد ہے۔

(ii)۔ طبیعیاتی غیر متغیر مقدار (Physical Canstant) کسی طبیعیاتی شے یا عمل سے متعلق ایسی مقدار (Value) ہے جسے کائنات میں ہر جگہ ایک جیسا اور زمانی اعتبار سے مستقل سمجھا جاتا ہے۔ جیسے کہ روشنی کی رفتار، برقیہ (Electron) پر پایا جانے والا بار (Charge)، کششِ ثقل کی مساوات میں استعمال ہونے والا مستقلہ (Constant) اور پلانک کا مستقلہ (Planak's Constant)۔

(iii)۔ کوانٹم کشش ثقل (Quantam Gravity)، نظریاتی سائنس کا وہ شعبہ ہے جس میں ایسے سائنسی ماڈل تیار کرنے کی کوششیں کی جارہی ہیں جو کوانٹم میکانیات کو عمومی اضافیت (General Relativity) سے جوڑ دے گا اور یوں بنیادی تعامل (Basic Interaction) کی چاروں اقسام یکجا ہو جائیں گی۔

ادب، سائنس، انجینئرنگ، کاروبار اور سرکاری پالیسی کی زندگی

(A Life of Literature, Science, Engineering, Business and Public Policy)

ڈی۔ ایلن بروملے*
(D. Allan Bromley)
ژیل یونیورسٹی، امریکا
(Yale University, USA)


© Courtesy of Bachrach

میں شمالی کینیڈا کے ایک فارم پر پیدا ہوا، اور میں نے اپنی ابتدائی اور ثانوی تعلیم بالترتیب ایک اور دو کمروں کے سکولوں میں حاصل کی۔ میں اپنے خاندان کے ہم عمر ساتھیوں اور اپنے علاقے میں اکیلا وہ شخص تھا جو عظیم اقتصادی بحران (Great Depression)[(i)] کے دوران کوئی اعلیٰ تعلیم حاصل کرنے میں کامیاب ہوا۔

اپنے دادا کی مدد سے میں نے چار برس کی عمر میں ہی فر فر پڑھنا سیکھ لیا تھا اور ثانوی سکول چھوڑنے سے پہلے ہی سائنس اور ٹیکنالوجی میں میری عمر بھر قائم رہنے والی دلچسپی پیدا ہو چکی تھی۔ میری یہ دلچسپی کسی بہترین استاد کی مرہون منت نہیں تھی، بلکہ اس کی وجہ یہ تھی کہ مجھے سکول کی ان الماریوں کی چابیاں دے دی گئی تھیں جن میں تجربات کے سامان کے علاوہ طبعیات اور کیمیا کے تجربات کرنے کے طریقوں کی کتابیں تھیں۔ ان چیزوں کی مدد سے میں نے اپنی تعلیم آپ کا طریقہ اختیار کر لیا۔

اس کے بعد کوئنز (Queen's) یونیورسٹی میں تعلیم جاری رکھنے کی یہی ایک وجہ تھی کہ میں نے الکوحل کی برائیوں پر بہترین مقالہ لکھنے کا قومی مقابلہ جیت لیا تھا، حالانکہ اس موضوع کے متعلق میں اُس وقت کچھ بھی نہیں جانتا تھا۔ اس وجہ نے اور کوئنز یونیورسٹی کے متعدد انگریزی زبان اور عمومی لیاقت کے وظائف نے مجھے وہ مالی امداد بہم پہنچائی جو میرا خاندان مجھے مہیا نہیں کر سکتا تھا۔ مسیحی میانہ روی کی یونین برائے خواتین[(ii)] (Woman's Christian Temperance Union) کے قومی مقابلے میں انعام یافتہ مضمون لکھنے کی وجہ سے

مجھ سمیت ہر ایک نے یہ فرض کر لیا تھا کہ میں انگریزی ادب میں اعلیٰ تعلیم حاصل کروں گا۔ میں نے سال اوّل میں داخلہ بھی یہی سوچ کر لیا۔ وہ سال ختم ہوا تو مجھے یہ پیشکش ہوئی کہ میں انجینئرنگ طبیعیات کا مضمون اختیار کر لوں۔ اس پیشکش میں طبیعیات اور الیکٹریکل انجینئرنگ دونوں کا مکمل کورس شامل تھا اور یہ بہت بڑا اعزاز تھا۔

اعلیٰ ترین اعزاز کے ساتھ گریجویشن کرنے کے دوران ہی موسم گرما میں، مَیں نیاگرا آبشار پر انٹاریو ہائیڈرو (Ontario Hydro at Niagra Falls) میں آپریٹنگ انجینئر کے طور پر کام کر چکا تھا اور میں نے یہ فیصلہ کر لیا تھا کہ میں اعلیٰ تعلیم کے لیے یا تو سرجری یا طبیعیات کے شعبے کو اختیار کروں گا۔ لہٰذا میں پروفیسر اے جے گرے (J.A.Gray) کے دعوت نامے پر جو کہ کینیڈا کی سائنس کی دنیا میں بہت قدآور شخصیت تھے، اُن کے گروپ میں شامل ہوگیا۔ میں نے ماسٹرز کی ڈگری کے لیے نیوکلیئر طبیعیات (nuclear physics) میں تحقیق کی۔ اس سے فارغ ہوا تو موسم گرما کے لیے میری تقرری کینیڈا کی نیشنل ریسرچ کونسل اوٹاوا کی طرف سے کائناتی شعاعوں (cosmic rays) پر تحقیق کے لیے ہوگئی، اور یہی تقرری مجھے پیٹریشیا بریسر (Patricia Brasser) کے ساتھ شادی کے فوری بعد روچیسٹر یونیورسٹی (University of Rochester) لے گئی، جہاں میں نے کائناتی شعاعوں کے روچیسٹر کے اُس تحقیقاتی گروپ میں شمولیت اختیار کر لی جس کی قیادت پروفیسر ہیلمٹ برانٹ (Helmut Brandt) اور برنارڈ پیٹرز (Bernard Peters) کر رہے تھے۔ میرے وہاں پہنچنے کے ایک ہفتہ کے اندر ہی برانٹ کا انتقال ہوگیا اور پیٹرز کو کمیونسٹ ہونے کے شبے میں ملک بدر کر دیا گیا۔ اس طرح کائناتی شعاعوں پر تحقیق کا پروگرام دھرا کا دھرا رہ گیا۔

تاہم کچھ غیر یقینی کے بعد میں نے پھر نیوکلیائی طبیعیات کی طرف رُخ کر لیا اور یہاں ایک گریجویٹ طالب علم کے ساتھ مل کر میں نے 27 انچ قطر والے اُس سائیکلوٹران (cyclotron) اسراع کار (accelator) کو جو بیکار پڑا ہوا تھا، کارآمد بنا لیا۔ یہ دنیا بھر میں دوسرا سائیکلوٹران تھا۔ میں امریکا کے ان پہلے لوگوں میں سے ایک تھا جنھوں نے ایٹمی مرکزہ کے اجزاء الگ کرنے کے عمل (stripping reaction) کا مطالعہ کیا اور یہ ثابت کیا کہ نائٹروجن-14 اور کاربن-14 دونوں مثبت پیریٹی (Parity) رکھتی ہیں۔ اس کام نے اُس وقت ایٹمی مرکزے کے شیل ماڈل (nuclear shell model) کے صحیح ثابت ہونے کو فیصلہ کن (critical) مدد فراہم کی۔

جب پرنسٹن یونیورسٹی کے پروفیسر ہیری فلبرائٹ (Harry Fulbright)[iii] ہم سے آملے تو ہم نے اپنے سائیکلوٹران کو دنیا کے پہلے تغیر پذیر توانائی (variable energy) والے سائیکلوٹران میں بدل دیا، اور اپنی نیوکلیائی تحقیق جاری رکھی۔ وہاں 1955ء تک میں اسسٹنٹ پروفیسر کی حیثیت سے کام کرتا رہا۔ پھر میں کینیڈا

کے ایٹمی توانائی کے ادارے(Atomic Energy of Canada Limited) کی چاک ریور(Chalk River) لیبارٹری میں شامل ہوگیا۔ یہاں انتہائی قابل ساتھیوں کی مدد سے ہم نے MV 4 وان ڈی گراف (iv) (Van de Graaff)اور پوری دنیا میں اس وقت موجود صرف ایک لٹر ہیلیم-3 (He^3) (v) گیس کو استعمال کرتے ہوئے یہ ثابت کیا کہ بوہر (vi) (Bohr)، موٹلسن (vii) (Mottelson) اور نیلسن (viii) (Nilsson) کے کوپن ہیگن میں دیئے گئے اجتماعی نیوکلیئر ماڈل(collective nuclear model) اور ڈی فارمڈ شیل ماڈل (deformed shell model) جو کہ لوہے سے بھاری ایٹمی مرکزوں کے لیے بنائے گئے تھے وہ نیون-20 (Ne^{20})اور میگنیشیم-25 (Mg^{25}) جیسے ہلکے ایٹمی مرکزوں کی اس سے بھی زیادہ بہتر طریقے سے توضیح (describe) کرتے ہیں۔

ہائی وولٹیج انجینئرنگ کی تجربہ گاہ میں کام کرتے ہوئے ہم نے پانچ ایم وی(5 MV) طاقت کے پہلے ٹینڈم وان ڈی گراف(Tandem Van de Graaff) کا ڈیزائن بنایا اور اسے تعمیر کیا۔ یہ اپنی طرح کی پہلی مشین تھی۔ اس کے ذریعے میرے گروپ نے بھاری روانوں(heavy ions) کی سب سے پہلی ٹھیک ٹھیک(precision) پیمائشیں کیں، اور کاربن کو کاربن سے ٹکراتے ہوئے پہلا نیوکلیائی کمپلیکس دریافت کیا۔ بعد میں ہمیں معلوم ہوا کہ یہ بات تمام بھاری چارج شدہ ایٹموں کے تعامل کا ایک اہم خاصہ ہے۔ ہماری یہ دریافت اس لیے ممکن ہوئی کہ جب ہم ٹینڈم وان ڈی گراف کا انتظار کر رہے تھے تو اس دوران میک (McKay)اور میں نے مل کر سلیکون (silicon) کو استعمال کرتے ہوئے چارج شدہ ذرات کے ناپنے کا ایک بہت حساس(precision) شناس کنندہ (detector) بنالیا تھا۔

1960ء میں جب میں ژیل(Yale) یونیورسٹی سے وابستہ ہوا تو یہ بات مجھ پر جلد ہی واضح ہوگئی کہ یہاں کے بھاری چارج شدہ ایٹموں کے اسراع کار(HILAC) کا ڈیزائن ایٹمی کیمیا دانوں نے تیار کیا تھا اور وہ ان کے لیے ہی بنایا گیا تھا۔ یہ جانتے ہی میں نے ہائی وولٹیج انجینئرنگ کمپنی میں دنیا کے پہلے 10 ایم وی (10 MV) طاقت کے ٹینڈم کا ڈیزائن اور تعمیر کا کام شروع کر دیا جسے ژیل کی نئی قائم ہونے والی اے ڈبلیو رائٹ نیوکلیئر سٹرکچر لیبارٹری(A.W.Wright Nuclear Structure Laboratory) میں نصب کیا گیا۔

آئندہ پچیس برسوں میں دنیا بھر میں سب سے زیادہ ایٹمی سائنسدانوں نے اس لیبارٹری سے گریجویشن کی۔ ہم نے بھاری روانوں کے طرز عمل کا مطالعہ جاری رکھا اور یہ ثابت کر دکھایا کہ ہلکے ایٹمی مرکزوں(nuclei) کی وضاحت کے لیے جو نیوکلیئر شیل ماڈل(nuclear shell model) بنایا گیا تھا وہ سیسے (lead) کے لگ بھگ وزن دار بھاری ایٹمی مرکزوں(nuclei) کے لیے اس سے بھی بہتر کام کرتا ہے۔

امریکی شہریت اختیار کرنے کے بعد،1970ء سے 1977ء کے دوران میں طبیعیات کے شعبہ کا سربراہ، رائٹ لیبارٹری(Wright Laboratory) کا ڈائریکٹر اور ہنری فورڈ دوئم(Henry Ford II) کے نام سے قائم طبیعیات کی چیئر پر فائز رہا۔ میں نے نیویارک کی کئی سٹاک ایکسچینج کمپنیوں کے ڈائریکٹر کے فرائض بھی انجام دیئے اور اس تجربہ سے بہت کچھ سیکھا۔

اس دورانیے کے آخری حصے میں مَیں قومی اور بین الاقوامی سائنس پالیسی کے معاملات میں بہت فعال ہو گیا۔ اس دوران میں نے جہاں اور جن عہدوں پر کام کیا وہ یہ ہیں۔ میں نیشنل اکیڈمی کی طبیعیات کی سروے کمیٹی کا چیئرمین رہا۔ میں نے نیشنل سائنس بورڈ کے رکن کی حیثیت سے کام کیا۔ سائنس کی ترقی کی امریکی ایسوسی ایشن کا صدر رہا۔ میں نے خالص (pure) اور اطلاقی(applied) طبیعیات کی عالمی یونین (IUPAP) کی صدارت بھی سنبھالی۔ جب کہ ریگن(Reagan) وہائٹ ہاؤس سائنس کونسل کے چارٹرڈ رکن کی حیثیت سے سائنس وٹیکنالوجی پر بھارت امریکا، برازیل امریکا، اور سویت یونین امریکا، دوطرفہ مذاکرات میں امریکی وفود کی قیادت کی۔

1988ء میں صدر ریگن نے مجھے سائنس میں امریکا کا نیشنل میڈل دیا، اور 1989ء میں سائنس اور ٹیکنالوجی میں امریکا کے صدر کا پہلا کابینہ کی سطح کا اسسٹنٹ بنا دیا گیا۔ اس دوران ہم نے امریکا کی ٹیکنالوجی کی پالیسی کے متعلق پہلا سرکاری اعلامیہ جاری کیا اور اساسی ٹیکنالوجی (generic technology) کو ترقی دینے کے لیے وفاقی حکومت اور امریکا کے نجی شعبے کے درمیان تعاون کو بہت بڑھایا۔ اس کے ساتھ ساتھ بیس سے زائد ایسے سرکاری اداروں کے درمیان تعاون اور رابطے کو وسعت دی جن کے ذمے زیادہ تر تحقیق اور ترقی(R&D) کا کام تھا۔

میں 1993ء میں واپس ژیل پہنچ گیا۔ میری نیت سرکاری پالیسی کا ایک ایسا تھنک ٹینک قائم کرنے کی تھی جس کا مقصد وفاقی حکومت اور ہمارے نجی شعبے کے درمیان افہام وتفہیم اور تعاون کو بہتر بنانا تھا، لیکن اس معاملے کو مؤخر کرنا پڑا کیونکہ مجھے ژیل میں انجینئرنگ کی فیکلٹی کا تیس سال میں پہلا ڈِین(Dean) بنا دیا گیا اس ذمہ داری کے ساتھ کہ اس فیکلٹی کی تعمیر نو کروں۔ 2000ء میں جب میں نے ڈِین کا عہدہ چھوڑا تو اس وقت تک حیاتیاتی میڈیکل انجینئرنگ(Biomedical Engineering) کا نیا شعبہ بن چکا تھا اور ماحولیاتی انجینئرنگ اور اطلاقی ریاضی کے پروگرام شروع ہو چکے تھے جو ڈیپارٹمنٹ بننے کے قریب تھے۔ اس دورانیے میں، میں نے انجینئرنگ کے منصوبوں اور پروفیسروں کی تقرری کے لیے پانچ کروڑ ڈالر جمع کیے۔ علاوہ ازیں اس دوران میں نے امریکن فزیکل سوسائٹی کے صدر کے عہدے پر بھی کام کیا۔ 1999ء میں مجھے ژیل کا سائنسی مضامین کا

پہلا اور واحد سٹرلنگ (Sterling) پروفیسر بنایا گیا۔

میرے پانچ سو سے زائد مقالے شائع ہو چکے ہیں۔ میں نے بیس سے زیادہ کتابیں لکھیں یا مرتب کی ہیں۔ مجھے کینیڈا، چین، فرانس، اٹلی، جنوبی افریقہ اور امریکا کی یونیورسٹیوں سے ڈاکٹریٹ کی 33 اعزازی ڈگریاں ملیں۔ آج جب میں دیکھتا ہوں تو مجھے محسوس ہوتا ہے کہ میں انگریزی ادب، طبیعیات، انجینئرنگ، کاروبار اور سرکاری پالیسی کے اپنے پیشہ ورانہ ادوار میں سے کسی کو بھی تبدیل نہیں کرنا چاہوں گا۔ میں نے ان سب ادوار سے لطف اُٹھایا ہے۔ میدانِ عمل کی تبدیلیاں، ذہنی دلچسپیوں کو برقرار رکھنے اور معاملہ فہمی کو تیز کرنے کے لیے بہت اہم ہوتی ہیں۔ میں سائنسدانوں اور انجینئروں پر زور دروں گا کہ وہ اپنا کچھ وقت حکومتی سرگرمیوں اور سرکاری پالیسیوں کو دیں تا کہ عوام نے اُنھیں جو مواقع فراہم کیے اور ان کی سرگرمیوں کا بار اُٹھایا، اُس کا اُنھیں معمولی سا صلہ دیا جا سکے۔

حواشی

***تعارف:** ڈیوڈ ایلن بروملے (D. Allan Bromley) 2005ء - 1926ء نے اپنی زندگی کے بارے میں تفصیلات بیان کر دی ہیں۔ وہ امریکی صدر جارج بُش (سینئر) کے دور میں 1989ء سے لے کر 1993ء صدر کے سائنس ایڈوائزر رہے۔

(i)۔ عظیم اقتصادی بحران (Great Depression) جو 1929ء سے شروع ہو کر کہیں 1930ء کی دہائی کے آخر اور کہیں 1940ء کے شروع تک جاری رہا۔ اس نے دنیا کے غریب اور امیر تمام ملکوں کو اپنی لپیٹ میں لے لیا تھا۔ یہ دنیا میں اقتصادی ابتری کی ایک ایسی مثال ہے جس کی کوئی نظیر نہیں ملتی۔ اس نے سب سے زیادہ ان ملکوں کو متاثر کیا جن کا انحصار بھاری صنعتوں پر تھا۔

(ii)۔ مسیحی میانہ روی کی یونین برائے خواتین (Woman's Christian Temperance Union) دراصل خواتین کی پہلی مذہبی تنظیم ہے، جس کی بنیاد 23 دسمبر 1873ء کو امریکی ریاست اوہائیو کے شہر ہلز بورو (Hillsboro) میں رکھی گئی تھی۔ مسیحیت کو پھیلانے اور اپنے ارکان کی اصلاح کرنے کے ساتھ ساتھ یہ مشنری کام بھی کرتی ہے۔ اِس کا عزم دنیا کو سنجیدہ اور پاکیزہ بنانا ہے۔ یہ ادارہ، طلبہ کی مدد کے لیے مقابلے منعقد کراتا اور انھیں کامیاب ہونے پر وظائف بھی دیتا ہے۔

(iii)۔ ہیری فلبرائٹ (Harry Fulbright) (2009ء - 1911ء) امریکی طبیعیات دان اور ماہر فلکیات تھے۔ انھوں نے ایٹم بم بنانے کے لیے مین ہٹن پراجیکٹ میں حصہ لیا تھا۔

(iv)۔ وان ڈی گراف (Van de Graaff) جنریٹر، اس مشین کا نام ہے جس کے ذریعے برق بار ذرات کی رفتار کو ہائی وولٹیج کے ذریعے تیز کیا جاتا ہے تا کہ تیز رفتار ذرات کے مختلف مادوں کے ساتھ تعامل کا مشاہدہ کیا جا سکے۔

(v)۔ ہیلیم-3 (He^3) ہلکی اور تابکاری سے پاک ہوتی ہے۔ اس کی ساخت میں دو پروٹون اور ایک نیوٹرون شامل ہوتے ہیں۔ یہ ایک نایاب گیس ہے۔

(vi)۔نیلز ہنرک ڈیوڈ بوہر (Niel H. D. Bohr) (1962ء - 1885ء) ڈنمارک کے طبیعیات دان تھے۔انھوں نے ایٹم کی ساخت اور کوانٹم میکانیات کی تفہیم کے لیے اساسی نوعیت کا کام کیا تھا۔اس پر انھیں 1922ء میں نوبل انعام ملا۔یہ اس برطانوی ٹیم میں شامل تھے جس نے مین ہٹن پراجیکٹ پر کام کیا تھا۔انہوں نے کوپن ہیگن میں نظریاتی طبیعیات کا ادارہ قائم کیا جواب نیلز بوہر ادارہ کہلاتا ہے۔

(vii)۔بین رائے موٹلسن (Ben R. Mottelson) (پیدائش 1926ء) امریکی۔ڈینش ایٹمی طبیعیات دان ہیں۔انھیں ایٹمی مرکزے کی غیر کروی شکل (Non-Spherical Geometry of Atomic Nuclei) کی تحقیق پر 1975ء میں نوبل انعام ملا تھا۔

(viii)۔سوین گوسٹا نلسن (Sven Gösta Nilsson) (2005ء - 1927ء) سویڈش طبیعیات دان تھے جنہون نے ایٹمی مرکزہ کے کروی شیل ماڈل (spherical shell model) میں بیضوی کجی (deformation) کی وجہ سے ہونے والی توانائی کی تبدیلی کی حسابی پیمائش کی تھی۔

کچھ ثابت کرنا بڑا خوش کن ہوتا ہے

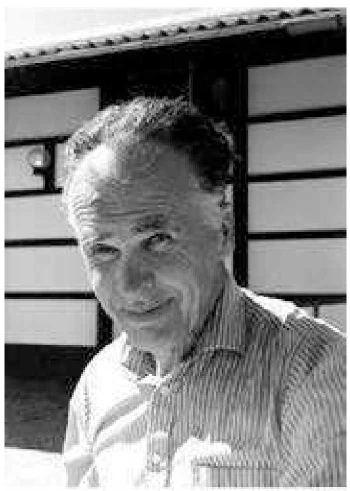
(It would be Wonderful to Prove Something)

لینارٹ اے۔ ای۔ کارلیسن*

(Lennart A. E. Carleson)

رائل انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، سٹاک ہوم، سویڈن

(Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden)



© Courtesy of Lennart A.E. Carleson

میرا ریاضی دان بننے کا فیصلہ فوری نہیں تھا بلکہ وقت کے ساتھ ساتھ پختہ ہوا تھا۔ جب میں بچہ تھا تو میں نے چار سال کی عمر میں اپنے سے تین سال بڑی بہن کے سامنے بیٹھ کر پڑھنا سیکھ لیا تھا۔ ان دنوں میرے والدین بڑے فخر کے ساتھ مجھے مہمانوں کے سامنے پیش کرتے اور انہیں دکھاتے کہ میں دو ہندسوں والے اعداد کو زبانی باہم ضرب دے سکتا ہوں۔ میرا پہلی بار سنجیدہ ریاضی سے سابقہ اُس وقت پڑا جب میں سولہ برس کا ہوا، اور یونیورسٹی کی کچھ نصابی کتب دیکھیں۔ مجھے یاد ہے کہ کتاب میں اِس طرح کے بیان پڑھ کر جیسے 1-1/3+1/5-...= π/4 میں ریاضی کے سحر میں گرفتار ہو گیا تھا۔ جب میں سترہ برس کا ہوا تو میں نے اپسلا (Uppsala) یونیورسٹی میں داخلہ لے لیا اور اپنے لیے ریاضی، نظریاتی طبیعیات اور شماریات کے مضامین کا انتخاب کیا۔ میرا ان مضامین کا انتخاب کرنا عین فطری عمل تھا۔ اس طرح انیس برس کی عمر میں، میں نے بی ایس (بیچلر آف سائنس) کی ڈگری حاصل کر لی۔ یہ سب بہت آسان لگتا تھا مگر ابھی تک میں یہ نہیں سمجھ پایا تھا کہ آخر ریاضی ہے کیا بلا۔ پھر میں یہ بھی طے نہیں کر پایا تھا کہ مجھے آگے چل کر کیا کرنا ہے؟ ان ہی دنوں اپسلا یونیورسٹی کے پروفیسر آرنی بیورلنگ (Arne Beurling) نے پیچیدہ تجزیئے (complex analysis) کا ایک کورس شروع کیا۔ جب میں نے یہ کورس پڑھا تو یوں لگا کہ اِس مضمون نے مجھ پر جادو کر دیا ہے اور پروفیسر آرنی بیورلنگ کی شخصیت مجھ پر گہرا اثر چھوڑ گئی۔ یہی وہ لمحہ تھا جب میں نے ریاضی کی تعلیم جاری رکھنے کا فیصلہ کیا مگر اس وقت بھی مجھے اس بات کا یقین نہیں تھا کہ اس تعلیم کی مدد

سے میں یونیورسٹی میں کوئی ملازمت حاصل کرنے کے قابل ہو جاؤں گا۔ تاہم 1947ء کے ان ایام میں یونیورسٹی سے ڈگری حاصل کر لینے کا عموماً مطلب یہ تھا کہ ملازمت ملنے میں کوئی دشواری نہیں ہوگی۔ اس لیے میں نوکری کے لیے پریشان نہیں تھا۔ پھر یوں ہوا کہ ریاضی کو اپنا مضمون بنانے میں پروفیسر بیورلنگ نے میری اس طرح مدد کی کہ انھوں نے مجھے انسٹی ٹیوٹ میں نوکری کی پیشکش کر دی۔ اس نوکری کے لیے مجھے ایک چوتھائی وقت دینا پڑتا تھا اور تنخواہ چالیس ڈالر ماہانہ تھی۔ پھر یہ کام کل وقتی ہو گیا اور میری تنخواہ بڑھ کر ایک سو ساٹھ ڈالر ماہانہ ہوگئی۔

نوکری مل گئی تو میں نے ریاضی میں ڈاکٹریٹ کی ڈگری حاصل کرنے کے لیے اپنا تعلیمی سفر شروع کر دیا۔ بیورلنگ نے میری راہنمائی کی اور مجھے ہدایت کی کہ میں اس وقت کے جدید تجزیے (modern analysis) پر وہ دس کتابیں پڑھوں جنھیں بوغیل [i] (Borel)، لابیگ (Lebesgue) ، لاوالی پوساں (la Vallee Poussin)، اور مانٹیل (Montel) جیسے فرانسیسی ریاضی دانوں نے لکھا ہے اور جو مجموعہ بوغیل (Borel Collection) کہلاتی ہیں۔ میں نہیں جانتا کہ بیورلنگ نے کیا سوچ کر مجھے یہ مشورہ دیا تھا لیکن اس تجویز کا یہ فائدہ ضرور ہوا کہ امتحان کے دباؤ سے نکل کر صرف اپنے علم میں اضافے اور کچھ سیکھنے کا ایک بہت اچھا طریقہ میسر آ گیا۔ چنانچہ میں کتابوں کی دکان پر گیا اور دکاندار کو نہ صرف ان کتابوں کا آرڈر دیا بلکہ میں نے ٹرگنو میٹرک سیریز (Trigonometric Series) پر زگمنڈ (Zygmund) کی کتاب بھی خرید لی۔ یہ کتاب پڑھ کر مجھے پتہ چلا کہ یہ سوال ابھی تک حل طلب ہے کہ ایک مسلسل فنکشن (continuous function) کی فوریئر سیریز (Fourier series)[ii] ایک نقطہ پر مرکوز ہوگی یا نہیں۔ یہ مسئلہ فوریئر کے زمانے یعنی 1807ء سے ہی بدستور حل طلب چلا آ رہا تھا۔ ان تمام کتابوں میں سے میرے پاس اب صرف زگمنڈ کی وہ کتاب رہ گئی ہے جو 1935ء میں پولینڈ میں شائع ہوئی تھی۔ ان تمام کتابوں کی جلدیں نرم تھیں اور ہمارے کتوں میں سے ایک کو فرانسیسی کتابوں کی گوند پسند آ گئی تھی چنانچہ وہ فرانسیسی کتابوں کی گوند کھا گیا جس سے کتابیں پرزہ پرزہ ہوگئیں۔ پولینڈ کی گوند شاید اُسے پسند نہیں آئی۔

مجھے ڈاکٹریٹ کی ڈگری 1950ء میں اور پروفیسر کی مستقل اسامی 1954ء میں ملی۔ آج جب میں تعلیم و تربیت کے دور سے لے کر اب تک کی اپنی زندگی پر نظر دوڑاتا ہوں تو یہی کہہ سکتا ہوں کہ میں اُس وقت بھی یہ نہیں جانتا تھا کہ سنجیدہ ریاضی کسے کہتے ہیں اور ریاضی کے کسی مسئلے کو حل کرنے کا کیا مطلب ہوتا ہے۔ پروفیسر کی مستقل ملازمت حاصل کر لینے کے چار سال بعد یعنی 1958ء میں جب میری عمر تیس برس کی ہوئی تو مجھے اس موضوع پر قلم اٹھانے کی ہمت ہوئی اور میں نے ریاضی پر پہلا مضمون لکھا جس کے متعلق میرا

آج بھی یہ خیال ہے کہ یہ مضمون کسی حد تک دلچسپی کا حامل تھا۔ ریاضی میں تحقیق کی دو اقسام ہیں، لہٰذا دو طرح کے ریاضی دان ہو سکتے ہیں۔ اگر چہ ان اقسام میں فرق بہت واضح نہیں ہے۔ ایک طرف تو ریاضی میں پیدا ہونے والے تصورات کو ایک نظام میں پرونا ہے یا یوں کہیے کہ مختلف ماخذ پر مبنی ریاضی کے تصورات کو متحد کرنا ہے۔ جبکہ تحقیق کی دوسری قسم میں سوالوں کو حل کر کے اُن کے پوشیدہ مضمرات کو ظاہر کرنا ہوتا ہے۔ ریاضی کا یہ پہلو اگر چہ پہلی صورت سے زیادہ اہم نہیں ہوتا مگر یہ اپنی طرف سب سے زیادہ توجہ مرکوز کرواتا ہے۔ حال ہی میں اس کی ایک مثال سامنے آئی جو بڑی مشہور ہوئی اور فرما کا آخری نظریہ[iii] (Fermat's last theorem) کہلائی۔ مسئلہ یہ تھا کہ اگر x,y,z صحیح اعداد (integer) ہوں تو $n\geq3$ کے لیے $x^n+y^n=z^n$ کا کوئی غیر بدیہی (non-trivial) حل نہیں ہو سکتا۔ اِس مسئلے کا ثبوت وائلز[iv] (Wiles) نے پیش کیا جس نے نظاموں (systems) کے متعلق ریاضی کے بہت سے پرانے تصورات کو استعمال کیا۔ مسائل کے حل میں میری اپنی دلچسپی دوسری قسم کی ریاضی میں رہی ہے یعنی سوالوں کو حل کرنا۔ اس لیے میں اس تحریر میں اپنی توجہ اسی پر مرکوز رکھوں گا۔

میں نے اس سے پہلے فوریئر سیریز کے متعلق جس حل طلب سوال کا ذکر کیا ہے اس کے متعلق عام تاثر یہ تھا کہ اس کا جواب نفی میں ہے۔ یعنی ایک مسلسل فنکشن کی فوریئر سیریز ہر صورت میں مرکوز ہونے کی بجائے پھیلتی (divergent) جاتی ہے۔ اس مسئلہ کو حل کرنے کے لیے ایک نظریہ یہ ہو سکتا ہے کہ اگر ہم اپنے وقت کو دو حصوں میں تقسیم کر لیں اور آدھا وقت مثبت جواب حاصل کرنے میں اور آدھا وقت منفی جواب حاصل کرنے کے لیے لگائیں، تو شاید کوئی حل نکل آئے۔ لیکن عملی طور پر یہ ممکن نہیں ہے۔ درحقیقت آپ اپنا کام تب ہی توجہ سے کر سکتے ہیں جب آپ کو پختہ یقین ہو کہ جس سمت میں آپ کام کر رہے ہیں وہ درست ہے۔ روایتی دانش کے برعکس، 1965ء میں، میں نے یہ ثابت کیا کہ اِس سوال کا جواب مثبت میں ہے، تو یہ اِسی وجہ سے ممکن ہوا کہ مجھے اِس کے حق میں ایک ایسی دلیل مل گئی تھی جو اگر چہ ریاضیاتی طور پر بہت صحیح نہیں تھی لیکن میرے خیال میں معقول تھی۔

جو سوال میں نے اوپر بیان کیا ہے، اُسے حل کرنے میں مجھے قریباً بیس سال لگ گئے۔ یہ درست ہے کہ میں نے اپنا سارا وقت اِس مسئلے کے حل پر صرف نہیں کیا لیکن عام طور پر اتنا وقت لگ ہی جاتا ہے۔ اِس سے یہ بھی پتہ چلتا ہے کہ ایک ریاضی دان بننا کتنا مشکل کام ہے۔

عام تصور یہ ہے کہ ایک اچھا ریاضی دان وہی ہے جو غیر معمولی ذہانت کا مالک ہو اور وہ کسی سوال کو جب اپنی اعلیٰ صلاحیتوں سے حل کرے تو یوں معلوم ہو کہ مسئلہ سامنے آتے ہی اس کا حل بجلی کے کوندے کی طرح ریاضی دان پر عیاں ہو گیا ہے۔ یہ ایک قدرتی امر ہے کہ کئی ریاضی دان اس تعریف سے خوش ہوتے ہیں

لیکن میرا تجربہ یہ کہتا ہے کہ یہ تاثرمکمل طور پرغلط ہے۔غیر معمولی صلاحیت کے مالک ایسے ریاضی دانوں کی تعداد بہت ہی کم ہے جن کا دماغ خاص طور پر ریاضی کے لیے ہی بنا ہو۔اِس کی ایک مثال گاس(Gauss) کی ہے جو مسائل کوحل کرنے میں لاجواب تھا۔اورمساواتوں کا نیا نظام تشکیل دینے میں نیوٹن(Newton)، آئن سٹائن (Einstein)، ہلبرٹ(Hilbert) اورگروٹینڈک(Grotendieck) کا نام لیا جا سکتا ہے۔ مجھے اپنی زندگی میں ان جیسے صرف چندلوگ ہی ملے ہیں۔ہم میں سے اکثر کے لیے (اِس میں نوبل پرائز جیتنے والے بھی شامل ہیں) سب سے اہم خصوصیت، اچھی ذہنی صلاحیت کے علاوہ، صبر اور مستقل مزاجی سے مسئلے پر اپنی توجہ مرکوز رکھنا ہے۔ نیوٹن خود کہتا ہے کہ اس نے کشش ثقل کا قانون''اس پر مسلسل غور وفکر کرنے کے بعدہی'' پایا ہے۔غور وفکر کے اس عمل کوانجام دینے کی ترکیب یہ ہے کہ آپ جو کرنے کی کوشش کررہے ہیں اسے سب کاموں پر مقدم جانیں اوراپنے اندر یہ یقین پیدا کرلیں کہ آپ یہ کام کر سکتے ہیں۔اگر آپ غور کریں تو کھلاڑی بھی اسی سوچ کے ساتھ مقابلے میں اترتے ہیں۔اب میں اپنے اس نکتے کوواضح کرنے کے لیے کوہ ایلپس(Alps) کی وہ کہانی سناتا ہوں جو مجھے بہت پسند ہے۔

سویڈن میں پہاڑوں پر پڑی برف پراوپر سے نیچے پھسلنے کی کوئی روایت نہیں تھی۔اس کھیل کو سکی انگ(skiing)[v] اور اس کے کھلاڑی سکئیر (skier) کہلاتے ہیں۔ہمارے ہاں برف توپڑتی ہے مگر ہمارے پاس کوہ ایلپس جیسا کوئی پہاڑنہیں ہے۔چنانچہ سویڈن میں سکی انگ کا رواج نہیں تھا۔براعظم یورپ میں بہترین سکئیرز کوقومی ہیروکا درجہ دیا جاتا ہے۔حیرت کی بات ہے کہ اس کے باوجود1970ء کی دہائی میں سویڈن کے ایک چھوٹے سے گاؤں ٹارنیبی (Tarnaby) کا انگمارسٹین مارک(Ingmar Stenmark) یورپ کا بہترین سکئیر بن گیا۔اس واقعہ کے چندسال بعد یورپ کے پندرہ بہترین سکئیرز میں سے تین کاتعلق سویڈن کے اسی چھوٹے سے گاؤں سے تھا۔آج ہمت وٹگن کی یہ کہانی تاریخ کا حصہ بن چکی ہےاورریاضی دانوں کے لیے بھی یہ مثال آسمان پر چمکتے ہوئے ایک روشن ستارے جیسی ہوگئی ہے۔یہ بھی جان لیجیے کہ سال رواں(2004ء) میں خواتین سکئیرز کے مقابلے میں سبقت ایک بار پھرسویڈن کی خاتون ہی لے گئی ہےاور اس کاتعلق بھی ٹارنیبی سے ہے۔

یہ کہانی ثابت کرتی ہے کہ اگرہم اپنی تمام ترتوانائیاں ایک طویل مدت کے لیے کسی مقصد کے حصول پرلگادیں اوراپنے اندر یہ یقین پیدا کرلیں کہ ہم کامیاب ہو سکتے ہیں تو ہم میں سے زیادہ ترلوگ حیرت انگیز نتائج پیدا کرکے دکھادیں گے۔ٹارنیبی کے نوجوان جانتے تھے کہ انگمارسٹین مارک بھی اُن جیسا ہی ایک جوان ہے۔اس لیے انھوں نے سوچا کہ اگروہ یہ کامیابی حاصل کرسکتا ہےتو ہم بھی ایسا کر سکتے ہیں۔ان کی اس سوچ

کا انھیں کیا انعام ملا؟ پہلے کھیلوں کی دنیا میں انعام شہرت کی صورت میں ملتا تھا مگر اب پیسہ بھی ملنے لگا ہے۔ سائنس اور ریاضی سے تعلق رکھنے والوں کو یہ دونوں بہت کم ملتے ہیں۔

میں اپنے تجربے کی بنا پر یہ کہہ سکتا ہوں کہ جب آپ کو کسی چیلنج کا سامنا ہوتا ہے تو نہ صرف یہ آپ کو کام پر اُکساتا ہے بلکہ اپنی صلاحیتوں کو اپنے آپ سے منوانے کی خواہش پیدا کرتا ہے۔ اگر میں سنجیدہ بات کروں تو سائنس کے عجیب وغریب چیستان میں ایک ٹکڑے کا اضافہ کرنا بھی آپ کیلئے بہت بڑا انعام لاسکتا ہے۔ لیجیے میں آپ کے لیے ایسا ہی ریاضی کا ایک گم شدہ ٹکڑا لایا ہوں جو یوں ہے کہ اگر N ہندسوں والے دو اعداد کو جمع کرنا ہو، تو یہ کام کرنے والے کمپیوٹر پروگرام کو (مستقلہ × N) اقدم اٹھانے پڑتے ہیں بشرطیکہ N بہت بڑا ہو۔ سوال یہ ہے کہ کیا دو اعداد کو ضرب دینے میں ایسا نہیں ہوگا؟ جو طریقہ ہم عام طور پر استعمال کرتے ہیں اس میں N^2 قدم درکار ہوتے ہیں۔ لیکن ضرب دینے کے لیے اس سے بھی بہتر طریقے موجود ہیں۔ آپ بھی کوشش کر کے ان میں سے کوئی ایک طریقہ دریافت کیجیے۔ غالباً (مستقلہ × N) اقدام والا کوئی طریقہ موجود نہیں ہے۔ کوئی نہیں جانتا۔ کیا یہ ثابت کرنا حیران کُن نہیں ہوگا؟

حواشی

* **تعارف:** لینارٹ کارلیسن (Lennart A.E. Carleson) 1928ء میں پیدا ہوئے۔ وہ سویڈن کے ریاضی دان ہیں اور ہم آہنگ تجزیہ (harmonic analysis) کے قائد مانے جاتے ہیں۔ انھوں نے ریاضی کے کئی ایسے مسائل حل کیے جو سالہا سال سے غیر حل شدہ تھے۔ انھیں 1992ء میں ریاضی کا وولف انعام ملا تھا۔

(i)۔ فیلیکس بوغیل (Félix Edouard Justin Émile Borel) 1871ء-1956ء نامور ریاضی دان اور سیاستدان تھے۔ وہ فرانسیسی قومی اسمبلی کے رکن اور وزیر بھی رہے۔ جنگ عظیم میں جب فرانس پر جرمنی کا قبضہ ہو گیا تو انھوں نے اپنے ملک کی آزادی کے لیے گوریلا جنگ بھی لڑی۔ انھوں نے الجبرے میں کام کیا۔ پیمائش اور امکانیات (Probability) کے نظریہ پر اُن کا کام اساسی نوعیت کا حامل ہے۔

(ii)۔ ژاں بیپ تِست جوزف فوریئر (Jean-Baptiste Joseph Fourier) 1768ء-1830ء فرانسیسی ریاضی اور طبیعیات دان تھے۔ یہ اپنی فوریئر سیریز، فوریئر ٹرانسفارم اور فوریئر لاء کے حوالے سے پہچانے جاتے ہیں۔

(iii)۔ پیئیغ دی فرما (Pierre de Fermat) 1601ء-1665ء فرانسیسی وکیل اور ریاضی دان تھے۔ انھوں نے پہلے پہل ریاضی کے ایسے طریقہ کار وضع کیے جو بعد میں تفرقی کیلکولس (Differential Calculus) کی بنیاد بنے۔ اعداد کے نظریے سے متعلق ان کی تحقیق بہت اہمیت رکھتی ہے۔ اس کے علاوہ تجزیاتی جیومیٹری، امکانیات اور بصریات کے علوم میں قابلِ قدر اضافہ کیا۔

(iv)۔ انڈریو جون وائلز (Andrew John Wiles) برطانوی ریاضی دان ہیں۔ 1953ء میں پیدا ہوئے تھے۔ ان کی شہرت اعداد کے نظریے کے حوالے سے ہے اور انھوں نے ہی فرما (Fermat) کے آخری کلیے کو درست ثابت کیا تھا۔

(v)۔ سکی انگ (Skiing)، پہاڑوں پر پڑی برف پر بلندی سے پہاڑ کے دامن تک پھسلنے کا ایک کھیل ہے جس میں پھسلنے کے لیے پیروں کے ساتھ لکڑی، پلاسٹک یا دھات کی بنی ہوئی تختیاں باندھ لی جاتی ہیں۔

سرد ایٹموں کی مہم

(Adventure with Cold Atoms)

کلد کوئین۔ تنوجی*

(Claude Cohen-Tannoudji)

اکول نارمال سپیریوغ، فرانس

(Ecole Normale Supérieure, France)



© Courtesy of Claude Cohen-Tannoudji

میں الجزائر کے شہر قسطنطائن (Constantine) میں 1932ء میں پیدا ہوا۔ اُس وقت الجزائر فرانس کا حصہ تھا۔ ہائی سکول تک کی تعلیم میں نے یہیں حاصل کی۔ میرے والدین کو اپنے بچوں کی تعلیم میں گہری دلچسپی تھی اور وہ اس بات کی خبر رکھتے تھے کہ میں سکول میں کیا کر رہا ہوں۔ میرے خیال میں ایک نوعمر بچے کی پرورش کے لیے یہ بہت ضروری ہے کہ اسے اس بات کا احساس رہے کہ اس کے والدین اس کی تعلیم کو اہمیت دیتے ہیں۔ میں آج بھی اپنے اسکول کے اساتذہ کو یاد کرتا ہوں جو تدریس کے بڑے ماہر تھے اور جانتے تھے کہ طالب علموں کی دلچسپی کو کیسے ابھارا جا سکتا ہے۔

میں 1953ء میں پیرس آیا جہاں مجھے اکول نارمال سپیریوغ (Ecole Normale Superieure) میں داخلہ مل گیا تھا۔ یہ فرانس میں اعلیٰ تعلیم کا ایک ایسا ادارہ ہے جس میں طلبہ کو بڑے سخت امتحان سے گزر کے ہی داخلہ ملتا ہے۔ میں نے یہاں چار سال تعلیم حاصل کی اور فرانس کے بہترین ریاضی دانوں اور ماہرین طبیعیات سے لیکچر سنے جو انتہائی مسحور کن تھے۔ ابتدا میں میرا رجحان ریاضی کی طرف تھا لیکن جب اکول نارمال سپیریوغ میں میری ملاقات طبیعیات کے پروفیسر الفریڈ کاسٹلر[(i)] (Alfred Kastler) سے ہوئی تو ان کے لیکچروں نے ہی نہیں بلکہ ان کی شخصیت نے بھی ایسا سحر باندھا کہ ان کا مضمون مجھے اپنی طرف کھینچتا ہی چلا گیا۔ چنانچہ میں نے طبیعیات کو اختیار کرنے کا فیصلہ کر لیا۔ میرا پختہ یقین ہے کہ سائنس کو بطور پیشہ اختیار کرنے کا جذبہ ایک قد آور شخصیت کے زیر اثر ہی بیدار ہوتا ہے۔

ڈپلوما حاصل کرنے کے لیے میں الفریڈ کاسٹلر کے تحقیقاتی گروپ میں شامل ہوا اور پھر لازمی فوجی خدمات انجام دینے کے بعد میں اپنا پی ایچ ڈی کا مقالہ تیار کرنے میں مصروف ہو گیا۔ میرا یہ مقالہ پروفیسر الفریڈ کاسٹلر اور ژاں بروسل (Jean Brossel) کی نگرانی میں مکمل ہوا۔ ژاں بروسل، پروفیسر الفریڈ کاسٹلر کے ابتدائی دور کے پہلے طلباء میں سے تھے اور بذات خود بڑے ممتاز طبیعیات دان تھے۔ پی ایچ ڈی کے اس دور کی حسین یادیں آج بھی میرے پاس محفوظ ہیں۔ ہمارا گروپ اگرچہ چھوٹا تھا اور ہمیں دستیاب آلات اتنے اچھے نہیں تھے مگر ہمارے اندر تحقیق کا جذبہ بہت غیر معمولی تھا۔ چنانچہ ہمارے درمیان اس بات پر طویل بحثیں ہوتی تھیں کہ ہم اپنے تجربات کے نتائج سے کیا معنی اخذ کر سکتے ہیں۔ اسی سے مجھ پر یہ بھید کھلا کہ ایک محقق تمام عمر طالب علم ہی رہتا ہے۔ اسے ہر وقت کچھ نیا سیکھنے کو ملتا ہے اور اس راہ سفر میں اسے ہمیشہ ایسے نئے آلات ملتے رہتے ہیں جن پر اسے مہارت حاصل کرنا ہوتی ہے۔ مجھے یاد ہے کہ میں اس بات سے بہت متاثر ہوا تھا کہ میرے مقالے کے نگران الفریڈ کاسٹلر، یونیورسٹی میں اپنے طلبہ کے ساتھ لیکچر سنا کرتے تھے کیونکہ وہ میٹرکس تھیوری (matrix theory) یا کوانٹم میکانیات (quantum mechanics) کے متعلق اپنا فہم اور ادراک بہتر بنانا چاہتے تھے۔

مقالہ مکمل کرنے کے بعد مجھے پیرس یونیورسٹی میں ہی ملازمت مل گئی اور میں پڑھانے کے عمل سے لطف اندوز ہونے لگا۔ میرا خیال ہے کہ تحقیق اور تدریس لازم وملزوم ہیں اور انھیں ایک دوسرے سے الگ نہیں کیا جا سکتا۔ اگر کوئی تحقیق کیے بغیر لیکچر دیتا ہے تو وہ بہت جلد اپنی تعلیمی صلاحیت سے محروم ہو جائے گا کیونکہ وہ جو لیکچر دے گا اس میں سائنس کی وہ ترقی شامل نہیں ہوگی جو اس کی تعلیم مکمل ہونے کے بعد ہوئی۔ اسی طرح اپنی تحقیق کو بہتر بنانے کے لیے لیکچر دینا بھی ضروری ہے، کیونکہ جب کوئی سائنسی تصورات کو ممکنہ حد تک قابل فہم بنا کر ان کی وضاحت کرتا ہے تو اس سے اس کی اپنی سوچ کے دروازے کھلتے ہیں، نئے خیالات جنم لیتے ہیں اور ان سے تحقیق کی نئی راہیں سجھائی دیتی ہیں۔

اسی دورانیے میں، مَیں نے اپنا تحقیقی گروپ بھی تشکیل دیا۔ اس گروپ میں ہر سال شامل ہونے والے ذہین طلبہ کے ساتھ کام کرنا، انھیں طبیعیات کے شعبے میں ہونے والی نئی دریافتوں کے متعلق بتانا، کوئی نئی تحقیق شروع کرنا اور طبیعیات میں آگے بڑھنے کے لیے نئے طریقے دریافت کرنا، میرے لیے ایک خوش کن تجربہ تھا۔ ہمارے گروپ کی تحقیقات کا عمومی موضوع ایٹم کے ساتھ روشنی کے تعامل سے متعلق ہے۔ ایٹموں میں روشنی کے انجذاب یا اخراج کا مشاہدہ کرنے سے نہ صرف ان ایٹموں کی ساخت کے بارے میں معلومات حاصل ہوتی ہیں بلکہ ان عوامل کے بارے میں بھی جن پر اس ساخت کا دارومدار ہے۔ روشنی کو اور خاص طور پر

لیزر کی شعاعوں کو ایٹموں پر دباؤ ڈالنے اور انھیں اِدھر اُدھر کرنے کے لیے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ گزشتہ دہائیوں کے دوران اس شعبہ میں گراں قدر ترقی ہوئی ہے۔ ہم نے اپنی لیبارٹری میں لیزر شعاعوں کے ذریعے ایٹموں کو بہت کم درجہ حرارت پر لانے کے نئے طریقے دریافت کیے ہیں۔ ان کے ذریعے ہم ایٹم کے درجہ حرارت کو کمرے کے درجہ حرارت سے تیس کروڑ گنا کم کر سکتے ہیں۔ اس انتہائی کم درجہ حرارت پر ایٹم بہت سست رفتار ہو جاتے ہیں اور ایک سیکنڈ میں چند ملی میٹر جنبش کرتے ہیں۔ اس حالت میں ان کا طویل عرصے تک مشاہدہ کیا جا سکتا ہے اور ایسے میں جب ان ایٹموں کی پیمائش کی جاتی ہے تو وہ پہلے کی نسبت حیرت انگیز حد تک زیادہ درست ہوتی ہے۔ اسی دریافت کی بدولت حال ہی میں ایسی ایٹمی گھڑیاں (atomic clocks) تیار کر لی گئی ہیں جن سے زیادہ درست وقت بتانے والی گھڑی آج تک ایجاد نہیں ہوئی۔ یہ گھڑیاں دس کروڑ سال میں وقت کا ایک سیکنڈ سے بھی کم فرق ڈالتی ہیں۔

سرد ایٹموں کے ذریعے مادے کی کئی نئی حالتیں بھی دریافت ہوئی ہیں۔ ان میں سے ایک یہ ہے کہ ایسے انتہائی سرد ایٹموں کی بڑی تعداد ایک دوسرے کے ساتھ مل کر مادے کی لہر کی شکل اختیار کر لیتی ہے۔ اسے ''بوز۔آئن سٹائن تکثیف'' (Bose-Einstein condensate) کہتے ہیں۔ اس کیفیت میں ایٹموں کی بڑی دلچسپ خصوصیات سامنے آتی ہیں جنہیں ہم سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔ اور ان کے انتہائی دلچسپ نئے استعمال ہو سکتے ہیں جیسے کہ ''ایٹم لیزر'' جو کہ عمومی لیزر کی طرح ہوگا مگر روشنی کی برقی مقناطیسی (electromagnetic) لہروں کی بجائے مادہ کی لہروں (matter waves) پر مشتمل ہوگا۔

سائنس ایک زبردست مہم جوئی ہے۔ ہر نئی دریافت سے اس دنیا کے متعلق جس میں ہم رہتے ہیں ہمارا نقطۂ نظر تبدیل ہو جاتا ہے۔ سائنس بھی مصوری، موسیقی یا شاعری کی طرح انسانی ثقافت کا ایک لازمی جزو ہے۔ ان بنیادی قوانین کو سمجھنا جن کے تابع وہ مختلف اقسام کے مظاہر ہیں جو ہمارے مشاہدے میں آتے ہیں، انسان کی سب سے بڑی کامیابی ہے۔ اس کے علاوہ بنیادی سائنس کی ترقی سے نئی ایجادات سامنے آتی ہیں جو ہمیں درپیش مختلف مسائل کو حل کر سکتی ہیں۔ ان میں توانائی کے نئے اور صاف ستھرے ذرائع دریافت کرنا، ماحول کا تحفظ کرنا، سب کی ضرورت کے مطابق خوراک فراہم کرنا، انسانی صحت کو بہتر بنانا جیسے مسائل شامل ہیں جن کا حل دریافت کرنا بہت ضروری ہے۔ ہر ایک شخص کو یہ سمجھ لینا چاہیے کہ ہم سائنس میں دلچسپی اور اس کے استعمال میں کمی نہیں بلکہ اضافے سے ہی ان تمام مسائل کو حل کر سکتے ہیں۔ آخر میں میں یہ سمجھتا ہوں کہ سائنس اخلاقی معیار کو بہتر بنانے میں بھی کام آ سکتی ہے اور اس کے ذریعے انسانوں میں تنقیدی ذہن، باہمی بات چیت کی اہمیت کا شعور اور باہمی احترام پیدا کر کے عدم برداشت اور تعصب کو ختم کیا جا سکتا ہے۔ چنانچہ

میری پرخلوص خواہش ہوگی کہ میں دنیا بھر کے تمام نوجوان طالب علموں کو سائنس کی تعلیم میں بھرپور دلچسپی لیتے ہوئے دیکھوں۔

حواشی

* **تعارف: کلد کوئین۔ تنوجی**(Claude Cohen-Tannoudji) پیدائش 1933ء فرانسیسی طبیعیات دان ہیں۔انہوں نے الجزائر کی جنگ میں لازمی فوجی خدمات انجام دیں۔انہیں ایٹم اور فوٹون کے باہمی عمل اور لیزر کے ساتھ ایٹموں کو سرد کر کے قابو کرنے پر 1997ء میں، سٹیون چو (Steven Chu) اور ولیم ڈینیل فلپس(William Daniel Philips) کے ساتھ طبیعیات کا مشترکہ نوبل انعام ملا تھا۔

(i)۔ ایلفرڈ کاسلر (A. Kastler) (1902ء-1984ء) فرانسیسی طبیعیات دان تھے، جنھوں نے بصری اور مقناطیسی تشدید(resonance) کے تعلق کو موضوعِ تحقیق بنایا اور اس طریقۂ کار کو وضع کیا جس کے ذریعے ایٹموں کو بصری پمپنگ(optical pumping) کے ذریعے مخصوص توانائی کی سطح پر لایا جاتا ہے۔

ممکنہ سائنسدان ہر گھڑی پیدا ہوتے رہتے ہیں

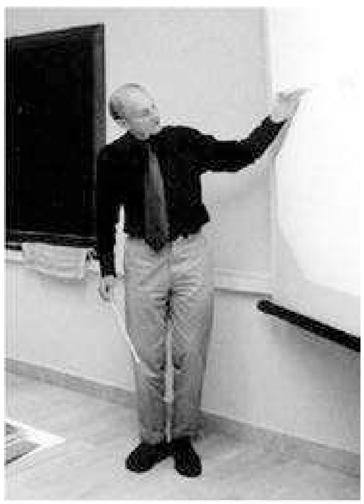
(Potential Scientists are Born Every Minute)

جیمز ڈبلیو۔ کرونن*

(James W. Cronin)

انریکو فرمی انسٹی ٹیوٹ، شکاگو یونیورسٹی، امریکا

(Enrico Fermi Institute, University of Chicago, USA)



© ICTP Photo Archives

با کمال سائنسدانوں نے اپنے پیچھے بڑی داستانیں چھوڑی ہیں اور یہ داستانیں بڑی دلگداز ہیں، کیونکہ ان میں وہ مشکل حالات بیان کیے گئے ہیں جن کا ان نامور سائنسدانوں کو سامنا کرنا پڑا تھا۔ کبھی کوئی بری حکومت ان سائنسدانوں کے آڑے آئی۔ کبھی ان کا واسطہ کسی غریب ملک میں مشکلات کا سامنا کرتے تعلیمی نظام سے پڑا۔ کبھی ان کا پالا امریکا جیسے دوہرے نظامِ تعلیم سے پڑا جہاں سکولوں کا نظام ''ایک جیسا لیکن جداگانہ'' ہے۔ میرا ایمان ہے کہ ان تمام مشکلات کے باوجود دنیا کے ہر خطے میں ایسے بچے ہر گھڑی جنم لیتے ہیں جو سائنسدان بننے کی صلاحیت رکھتے ہیں، لیکن وہ سائنسدان نہیں بن پاتے کیونکہ انہیں مناسب مواقع نہیں ملتے یا اُن کی دانستہ حوصلہ شکنی کی جاتی ہے۔ یہ سلسلہ، خصوصاً خواتین کے لیے، بہت سے ملکوں میں عام ہے۔ اس ماحول میں نظریاتی طبیعیات کا عالمی مرکز (International Centre for Theoretical Physics) ایک ایسا ادارہ ہے جو خالص سائنس (pure science) تک پہنچنے کی راہ میں حائل امتیازی سلوک سمیت تمام دشواریوں کو دور کرکے اس علم تک پہنچنے میں مدد کررہا ہے۔ میں اس ادارے کے سابق ڈائریکٹر میگول ویراسرو (Miguel Virasoro) کے اس بیان کو کبھی نہیں بھول سکتا کہ ''......خالص سائنس کے شعبے میں کام کرنے کا موقع ہر انسان کا بنیادی حق ہے۔''

میں جب ان حالات کو سامنے رکھتا ہوں تو مجھے وہ سب یاد آ جاتا ہے جس سے گزر کے میں سائنسدان بنا ہوں۔ میں ایک ایسے پڑھے لکھے خاندان میں پیدا ہوا جو بہت امیر تو نہیں تھا مگر آسودہ حال

ضرور تھا۔ میرے والد ٹیکساس (Texas) کے شہر ڈلاس (Dallas) کی سدرن میتھوڈسٹ یونیورسٹی (Southren Methodist University) میں کلاسیکل زبانوں کے پروفیسر تھے۔ ہم ایک ایسے متمول ماحول میں رہتے تھے جہاں سفید فاموں کے لیے تعلیم کی بہترین سہولتیں موجود تھیں۔ میرا خیال ہے کہ میرا رجحان قدرتی طور پر سائنس کی طرف تھا جو میری فطرت کا حصہ تھی لیکن کچھ ایسا ہی معاملہ دوسروں کے ساتھ بھی تھا۔ میری یہ دلچسپی کوئی غیر معمولی بات نہیں تھی۔ مجھے یاد ہے کہ سکول کے زمانے میں ہمارے پاس کیمیائی مرکبات کے سیٹ ہوتے تھے اور ہم کرسٹل ریڈیو بنایا کرتے تھے۔ میری اس طرح کی دلچسپی کا نتیجہ تو یہی ہونا چاہیے تھا کہ میں کالج پہنچ کر انجینئرنگ کی تعلیم حاصل کرتا لیکن ہائی لینڈ پارک ہائی سکول کے ایک غیر معمولی اُستاد نے طبیعیات میں میری دلچسپی کو بڑھاوا دیا۔ ان کی کلاس مشکل پسندی کے لیے بدنام تھی اور وہ شعوری یا لاشعوری طور پر نوجوان خواتین کو ڈرا کے بھگا دیتے تھے۔ ان کا نام مارشل (Marshall) تھا اور انھوں نے ہم پر یہ واضح کر دیا تھا کہ طبیعیات ایک تجرباتی سائنس ہے اس لیے طبیعیات کے طالب علموں کی کلاس سے یہ توقع کی جاتی ہے کہ وہ لیبارٹری کے کام پر زیادہ توجہ دیں گے۔

میں یہاں ضمنی طور پر یہ کہنا چاہوں گا کہ نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز کو اپنا دائرہ کار تجرباتی طبیعیات تک بڑھانا چاہیے تاکہ یہ بات یقینی طور پر کہی جا سکے کہ دنیا بھر میں ہر گھڑی نہ صرف نظریاتی سائنسدان بلکہ ان کے ساتھ ساتھ تجرباتی سائنسدان بھی پیدا ہو رہے ہیں۔ مارشل تعلیم دینے کے لیے جو طریقے اختیار کرتے تھے ان کی میں دو مثالیں پیش کروں گا۔ پہلی مثال یہ ہے کہ انھوں نے ہمیں ایک الیکٹرک موٹر تیار کرنے کو کہا اور ساتھ ہی یہ ہدایت کی کہ ہم اس موٹر کو تیار کرنے کے لیے اس کے پرزے کباڑ خانے اور پرانی اشیا فروخت کرنے والی دکانوں سے حاصل کریں۔ ہمیں اس تجربے میں ایک ایسی چیز بنانی تھی جو چھ وولٹ بجلی ملنے پر گھومنے لگے۔ اس سلسلے میں ہم نے جو تخلیقی ترکیبیں استعمال کیں وہ ہمارے لیے ایک خوشگوار یاد بن گئی ہیں۔ دوسرا تجربہ ایک ایسا ٹرانسفارمر بنانے کا تھا جو ایک سو بیس وولٹ اے سی (120 volts AC) کو درجہ بدرجہ گھٹاتے ہوئے بارہ وولٹ، چھ وولٹ اور تین وولٹ اے سی پر لے آئے۔ اس کے ساتھ ساتھ اس ٹرانسفارمر کو اتنی طاقت کا ہونا تھا جو دس واٹ (watt) کے لوڈ کا بوجھ اُٹھا سکے۔ ہم میں سے زیادہ تر طلبہ نے ٹرانسفارمر کا اندرونی حصہ (core) اور تاریں حاصل کرنے کے لیے ایک کباڑیے کی دکان کا رُخ کیا۔ ہم نے تاروں کے چکر بھی گننے تھے کہ ٹرانسفارمر بنانے کے لیے تار کو کور (core) کے گرد کتنے چکر دیں۔ ہم میں سے اکثر نے ٹرانسفارمر کا جو مرکزی حصہ حاصل کیا وہ کافی وزنی تھا۔ مگر ہمارے ایک ساتھی نے ایک ایسے لاؤڈ سپیکر کا مرکزی حصہ لیا جسے ناکارہ سمجھ کر پھینک دیا گیا تھا۔ اس نے جو ٹرانسفارمر بنایا اس نے وولٹیج تو ضرورت کے مطابق پیدا کر دی

مگر جیسے ہی اس کی برقی قوت کو ٹیسٹ(power test) کیا گیا تو ٹرانسفارمر سے دھواں نکلنا شروع ہو گیا۔اس سے ہم سب کو ایک نا قابل فراموش تجربہ حاصل ہوا مگر وہ لڑکا اپنے تجربے کی ناکامی پر رو پڑا تھا۔اس میں ایک خوبی یہ تھی کہ وہ پیانو بہت اچھی بجاتا تھا چنانچہ جب وہ اپنے تجربے کی ناکامی پر دلبرداشتہ ہوا تو اس نے سائنس چھوڑ کر موسیقی کے سکول جولیارڈ (Julliard) میں داخلہ لے لیا۔ جہاں تک میرا تعلق ہے تو اسی ہائی سکول میں طبیعیات کی تعلیم حاصل کرنے کے دوران مجھ پر یہ انکشاف ہوا کہ میری دلچسپی اعداد و شمار کے تجزیے میں زیادہ ہے۔ یہ دلچسپی کسی خاص قسم کے اعداد و شمار تک محدود نہیں تھی بلکہ ہر طرح کے اعداد و شمار اس کا مرکز تھے۔ مثلاً یہ معلوم کرنا کہ ایک پنڈولم کا دور(period)، جو عام طور پر ایک مستقل قیمت رکھتا ہے، اس میں کتنا فرق آ جائے گا اگر پنڈولم کی حرکت وسطی پوزیشن سے زیادہ دور تک ہو یا کیلوری میٹر(calorimeter) میں توازن کے حصول کی تفصیلات معلوم کرنا۔ ہائی سکول کے دوران، میں ان کتابوں کو پڑھتا تھا جو خاص طور پر نوجوانوں کے لیے لکھی گئی تھیں اور جن کا تعلق سنجیدہ سائنس سے تھا۔ ان میں خصوصیت سے مجھے جارج گیمو(George Gamow) کی کتاب ''ایک دو تین سے .... لامحدود تک: سائنس کی حقیقتیں اور مفروضے'' (One, Two, Three ... Infinity: Facts and Speculations of Science) بہت پسند تھی۔

جب میرا سدرن میتھوڈسٹ یونیورسٹی کے کالج میں داخلہ لینے کا وقت آیا تو میں یہ فیصلہ کر چکا تھا کہ میں انجینئرنگ میں داخلہ لوں گا۔اس وقت میرے والد نے مجھے یہ دانشمندانہ مشورہ دیا کہ میں طبیعیات اور ریاضی میں انڈر گریجویٹ کروں اور اگر اس کے بعد بھی میری دلچسپی انجینئرنگ میں ہی برقرار رہے تو پھر میں انجینئرنگ میں داخلہ لے لوں۔انڈر گریجویٹ کرنے کے بعد مجھے یہ محسوس ہوا کہ مجھے طبیعیات میں ہی مزید تعلیم حاصل کرنی چاہیے۔ مجھے گریجویشن کی تعلیم کے لیے شکاگو یونیورسٹی میں داخلہ مل گیا۔اس وقت یعنی 1951ء میں شکاگو یونیورسٹی میں طبیعیات کا شعبہ دنیا بھر میں سب سے بہتر مانا جاتا تھا۔میرے اساتذہ میں اُس وقت انریکو فرمی[(i)](Enrico Fermi)، ایڈورڈ ٹیلر[(ii)](Edward Teller)، مرے گیل مین[(iii)] (Murray Gell-Mann)، رچرڈ گارون (Richard Garwin)، ویلنٹائن تلیگدی (Valentine Telegdi)، مارون گولڈ برگر(Marvin Goldberger) اور گریگور ویزل(Gregor Wentzel) شامل تھے۔ یونیورسٹی کا ماحول ایسا تھا کہ ہم سب میں طبیعیات کی لگن پیدا ہو گئی تھی۔ چونکہ یہ دوسری جنگ عظیم کے فوری بعد کا زمانہ تھا اس لیے طبیعیات کا ایک سنہری دور شروع ہو چکا تھا۔ایسے میں اعداد و شمار سے میری محبت اس خواہش سے جڑ گئی کہ مجھے ایسے تجربات کرنے چاہئیں جن سے اہم اعداد و شمار پیدا ہو سکیں۔ اسی دوران مجھے معلوم ہوا کہ طبیعیات بنیادی طور پر ایک تجرباتی سائنس ہے۔خاص طور پر جب آپ کے پاس مرے گیل مین یا فائن مین[(iv)]

(Feynman) جیسی غیر معمولی ذہانت نہ ہوتو تجربات کوہی اختیار کرنا چاہیے۔

اُس زمانے میں طبیعیات چونکہ ایک اُبھرتا ہوا مضمون تھا اس لیے ملازمت کے بہت مواقع تھے۔ چنانچہ مجھے پرنسٹن یونیورسٹی میں ملازمت مل گئی۔ وہاں جم کرسٹن سن (Jim Christenson)، وال فچ (Val Fitch) اور رینی ٹرلے (Rene Turlay) میرے ساتھی تھے اور ہم نے 1964ء میں بنیادی اہمیت کی یہ بات دریافت کی کہ مادے سے تشکیل پانے والی کائنات اور ضد مادہ (Antimatter) سے تشکیل پانے والی کائنات، ان دونوں کی عمل پذیری میں بہت معمولی سا فرق ہوتا ہے۔ یہ دریافت محض نظریاتی (theoretical) نہیں تھی بلکہ تجربات کے بعد دریافت کی گئی تھی اور یہ تجربہ اپنے ہی بنائے گئے ان آلات سے کیا گیا تھا جو کسی بھی مرحلے پر جواب دے سکتے تھے۔ میرے لیے یہ ایک بے پایاں افسوس ہے کہ ایک اچھے اسراع کار (acceleretor) کے ذریعے، چند بے ترتیب آلات، تاروں، مقناطیس اور شناس کنندہ (detector) کے استعمال سے ایک ایسا نتیجہ حاصل کیا جا سکتا ہے جس کا تعلق زمان اور مکان کے متعلق ہماری گہری ترین تفہیم سے ہے۔

حواشی

* **تعارف:** جیمز کرونن (James W. Cronin) پیدائش 1931ء امریکا کے ایٹمی سائنسدان ہیں۔ انھیں 1980ء میں طبیعیات کا نوبل انعام ان کی اس دریافت پر دیا گیا کہ بعض بنیادی ذرات کا باہمی ردِعمل، مادہ اور ضد مادہ کے درمیان تشاکل کے بنیادی اصولوں کے مطابق نہیں ہوتا۔ انھوں نے یہ دریافت وال فچ (Val Fitch) کے ساتھ مل کر 1964ء میں کی تھی۔ انھوں نے ذرات کی طبیعیات میں بہت کام کیا ہے اور کئی کتابیں لکھی ہیں۔

(i)۔ انریکوفرمی (Enrico Fermi) 1954ء–1901ء اطالوی نژاد امریکی ماہر طبیعیات تھے۔ انھوں نے امریکا میں دنیا کا پہلا ایٹمی ری ایکٹر تیار کیا۔ انھوں نے کوانٹم نظریے، نیوکلیائی اور ذرات کی طبیعیات، اور شماریاتی میکانیات پر گرانقدر کام کیا۔ انھیں 1938ء میں نوبل انعام دیا گیا۔

(ii)۔ ایڈورڈ ٹیلر (Edward Teller) 2003ء–1908ء ہنگری نژاد امریکی تھے۔ انھوں نے امریکا کے لیے پہلا ہائیڈروجن بم بنانے کے تجربات میں کلیدی کردار ادا کیا تھا۔

(iii)۔ مرے گیل مین (Murray Gell-Mann) پیدائش 1929ء امریکی طبیعیات دان اور ماہر لسانیات ہیں۔ وہ بنیادی ذرات کی طبیعیات میں اساسی نوعیت کی پیشرفت میں شامل رہے ہیں جن میں" کوارکس" (Quarks) کو مادے کے بنیادی ذرات کی حیثیت سے متعارف کروانا شامل ہے۔ انہیں 1969ء میں طبیعیات کا نوبل انعام دیا گیا۔

(iv)۔ رچرڈ پی۔ فائن مین (Richard P. Feynman) (1988ء–1918ء) امریکی طبیعیات دان تھے۔ وہ طبیعیات کو عام فہم بنانے اور پیچیدہ سائنسی فارمولوں کو آسان اشکال کی صورت میں ڈھالنے کے طریقہ کار کے لیے مشہور تھے۔ انھیں 1965ء میں جولین شوینگر (Julian Schwinger) اور سن اٹیرو ٹوماناگا (Sin-Itiro Tomonaga) کے ساتھ کوانٹم برقی حرکیات (Quantum Electrodynamics) کا نظریاتی ڈھانچہ وضع کرنے پر نوبل انعام دیا گیا تھا۔ انہوں نے امریکہ کے ایٹم بم بنانے کے پراجیکٹ میں بھی حصہ لیا تھا۔

میں سائنسدان کیسے بنا

(How I Become a Scientist)

پال جے۔ کُرٹسن*

(Paul J. Crutzen)

میکس پلانک انسٹی ٹیوٹ برائے کیمسٹری، مینز، جرمنی

(Max Planck Institute for Chemistry, Mainz, Gremany)

اسکرپس اوشنوگرافی انسٹی ٹیوٹ، کیلیفورنیا یونیورسٹی، سان ڈئیگو، امریکا

(Scripps Institute of Oceanography, University of California, San Diego, USA)



© ICTP Photo Archives

میں تین دسمبر 1933ء کو ایمسٹرڈیم میں پیدا ہوا تھا۔ اینا گرک (Anna Gurk) اور جوزف کرٹسن (Jozef Crutzen) میرے والدین تھے۔ مجھ سے چھوٹی ایک بہن تھی۔ میری والدہ کے والدین انیسویں صدی کے اواخر میں مشرقی پروشیا[i] (Prussia) سے نقل مکانی کر کے جرمنی کے صنعتی علاقے روہر (Ruhr) میں آباد ہو گئے تھے۔ وہ جرمن اور پولش مخلوط نسل سے تھے۔ میری والدہ 1929ء میں سترہ برس کی عمر میں ہاؤس کیپر کے طور پر کام کرنے کے لیے ایمسٹرڈیم آئی تھی۔ یہاں اس کی ملاقات میرے والد سے ہوئی۔ میرے والد، والس (Vaals) سے یہاں آئے تھے۔ والس، ہالینڈ (Netherlands) کے جنوب مشرقی کونے پر واقع ایک چھوٹا قصبہ ہے۔ یہ بیلجیم اور جرمنی کی سرحد سے متصل اور جرمنی کے تاریخی شہر آخن (Aachen) کے بہت قریب ہے۔ والد کے رشتے دار ہالینڈ، جرمنی اور بیلجیم میں رہتے تھے۔ چنانچہ میرے والدین کا کئی علاقوں اور نسلوں سے جو تعلق تھا اس کی بدولت مجھے وراثت میں ہی دنیا کے متعلق وسیع النظر سوچ ملی ہے۔

مئی 1940ء میں جرمن فوجوں نے ہالینڈ کو روند ڈالا۔ اسی سال ستمبر میں، میں نے ابتدائی سکول میں داخلہ لیا تھا۔ ابتدائی سکول کے میرے چھ برسوں پر دوسری جنگ عظیم کے سائے منڈلاتے رہے۔ جرمن فوج

نے ہمارے سکول کی عمارت پر قبضہ کرلیا تھا،اس لیے ہمارے سکول کو کئی بار ایمسٹر ڈیم کے مختلف علاقوں میں منتقل ہونا پڑا۔ جنگ کے آخری چند مہینے، خاص طور پر 1944ء کے موسم خزاں سے 5 مئی 1945 ء کے یوم آزادی تک کا درمیانی عرصہ بہت خراب گزرا۔اسی دوران 45-1944ء کے موسم سرما میں قحط کا سماں ہو گیا۔ان دنوں خوراک اور ایندھن کی سخت قلت تھی۔ پینے، کھانا پکانے اور دھونے کے لیے پانی بھی روزانہ چند گھنٹے کے لیے اور بڑی محدود مقدار میں میسر آتا تھا۔اس سے صحت اور صفائی کے مسائل پیدا ہو گئے، جس کا نتیجہ یہ ہوا کہ بہت سے لوگ بھوک اور بیماری سے مر گئے۔ان میں میرے کئی طالب علم ساتھی بھی شامل تھے۔

1946ء میں امتحان میں کامیابی کے بعد مجھے ہوگر برگر سکول (Hogere Burger School) میں داخلہ ملا۔ یہ ایک مڈل سکول تھا جس میں پانچ سال تک تعلیم دی جاتی تھی اور طلبہ کو یونیورسٹی میں داخلے کے لیے تیار کیا جاتا تھا۔ ان سالوں میں کیمسٹری میرا پسندیدہ مضمون نہیں تھا۔ میرے پسندیدہ مضمون ریاضی اور طبیعیات تھے اور میں نے ان کے ساتھ ساتھ تین غیر ملکی زبانوں انگریزی، فرانسیسی اور جرمن میں بھی بہتر کارکردگی کا مظاہرہ کیا تھا۔اپنے سکول کے زمانے میں، میں جن کھیلوں کو وقت دیتا تھا، ان میں فٹ بال اور سائیکلنگ شامل تھیں۔مگر ان سے ہٹ کر مجھے ہالینڈ کی نہروں اور جھیلوں پر دور دور تک سکیٹنگ کرنے کا جنون تھا۔ میں شطرنج بھی کھیلتا تھا۔

جب میں بچہ تھا تو فلکیات، جغرافیہ اور دنیا میں ہونے والی مہماتی سفر کی داستانوں کو بڑے شوق سے پڑھتا تھا۔ میرے لیے پہاڑوں کی دنیا بڑی پرکشش تھی۔مگر ہالینڈ میں کوئی پہاڑ نہیں۔ جنگ کے دنوں میں ہم کہیں آجا بھی نہیں سکتے تھے۔اس لیے ان دنوں میں یہ خیال کرتا تھا کہ آسمان پر موجود سفید بادل برف پوش پہاڑ ہیں۔ ہمارے گھر میں امریکا کے ییلوسٹون نیشنل پارک (Yellowstone National Park) پر ایک کتاب موجود تھی۔اسے میں نے کئی بار پڑھا اور اس میں دی گئی تصویروں میں بار بار کھو گیا، پھر جنگ ختم ہونے کے کئی سال بعد جب میری عمر سترہ برس ہوئی تو میں نے پہلی بار اصلی پہاڑ دیکھے۔اس کے بعد جب میں اکیس برس کا ہوا تو سوئٹزرلینڈ کی ایک پہاڑی پر میری ملاقات اپنی ہونے والی بیوی ٹرٹو (Terttu) سے ہوئی۔ٹرٹو فن لینڈ (Finland) کی تھی۔میرا یہ شوق اس وقت مکمل ہوا جب 1975ء میں، میں نے اپنے خاندان کے ساتھ ییلوسٹون نیشنل پارک دیکھا۔اس وقت میری عمر بیالیس برس تھی۔

قسمت کی خرابی دیکھیے کہ جب ہوگر برگر سکول کے فائنل امتحان ہوئے تو مجھے بہت سخت بخار ہو گیا۔ اس لیے میں اتنے نمبر حاصل نہیں کر سکا کہ مجھے یونیورسٹی میں تعلیم کے لیے وظیفہ مل سکے۔ میرے والد ویٹر کا کام کرتے اور اکثر بے روزگار رہتے تھے جبکہ میری والدہ ایک ہسپتال کے کچن میں کام کرتی تھیں۔ ان حالات میں، میں ان پر چار یا اس سے بھی زیادہ برسوں کے لیے اپنی تعلیم کا مالی بوجھ نہیں ڈالنا چاہتا تھا۔اس لیے میں نے

سول انجینئرنگ کی تعلیم پانے کے لیے مڈل ٹیکنیکل سکول میں داخلہ لے لیا۔ بعد میں اس سکول کا نام ہائر ٹیکنیکل سکول ہو گیا۔ اگرچہ اس سکول میں مجھے تین سال تعلیم حاصل کرنا تھی مگر دوسرا تعلیمی سال عملی کام کے لیے مختص تھا اور مجھے اس میں اتنی معقول تنخواہ مل گئی کہ میں دو سال تک مناسب گزارہ کر سکوں۔

1954ء کے موسم گرما سے فروری 1958ء تک میں نے ایمسٹر ڈیم شہر کی ''برج کنسٹرکشن بیورو (Bridge Construction Bureau)'' میں کام کیا (سوائے اُن اکیس ماہ کے جو میں نے لازمی فوجی سروس میں صرف کیے)۔ پھر شادی کے بعد میں اور میری بیوی سویڈن منتقل ہو گئے، جہاں مجھے ایک مکان تعمیر کرنے والے ادارے میں نوکری مل گئی۔ تاہم میں اپنی زندگی کے اس انداز سے خوش نہیں تھا اور علمی دنیا میں رہنے کا متمنی تھا۔ 1959ء کے اوائل میں ایک دن میں نے سویڈن کے اخبار میں سٹاک ہوم یونیورسٹی کے موسمیات کے شعبے کا اشتہار دیکھا، جس میں کمپیوٹر کے پروگرامر کی اسامی کے لیے درخواستیں مانگی گئی تھیں۔ اگرچہ میں نے کمپیوٹر پروگرامنگ کی کوئی باقاعدہ تربیت حاصل نہیں کی ہوئی تھی پھر بھی میں نے درخواست دے دی اور قسمت کی خوبی دیکھیے کہ بہت سارے امیدواروں میں سے مجھے منتخب کر لیا گیا۔ یوں یکم جولائی 1959ء کو ہم سٹاک ہوم منتقل ہو گئے اور یہاں میں نے کمپیوٹر پروگرامر کی حیثیت سے اپنی زندگی کے دوسرے پیشے کا آغاز کیا۔ یونیورسٹی کے شعبے سے متعلق ہو جانے کا سب سے بڑا فائدہ یہ ہوا کہ یونیورسٹی کی طرف سے جو کورسز پڑھائے جاتے تھے مجھے ان میں شامل ہونے کا موقع مل جاتا تھا۔ اس طرح میں 1963ء میں اس قابل ہو گیا کہ ''پی ایچ ڈی کے امیدوار'' (filosofie kandidat) کی ڈگری کی شرائط پر پورا اُتر سکوں۔ (یہ ڈگری سائنس میں ماسٹرز کی ڈگری کے برابر ہوتی ہے۔) جس کے لیے میں نے ریاضی، ریاضیاتی شماریات (mathematical statistics) اور موسمیات (meteorology) کے مضامین پڑھے۔

1965ء کے لگ بھگ مجھے ایک امریکی سائنسدان کی معاونت کا کام سونپا گیا۔ یہ سائنسدان فضائی طبقات [ii]، سٹریٹوسفیئر (stratosphere)، میزوسفیئر (mesosphere) اور تھرموسفیئر (thermosphere) میں اوزون (Ozone) کی تقسیم کا ایک کمپیوٹر ماڈل تیار کرنے آیا تھا۔ اس پروجیکٹ نے میرے اندر کرہ باد [iii] میں موجود اوزون کی فوٹوکیمسٹری (photochemistry) کے شوق کو خوب اُبھارا اور میں نے اس سے متعلق سائنسی لٹریچر کا مطالعہ شروع کر دیا۔ اس مطالعے سے مجھے پتہ چلا کہ 1960ء کی دہائی کے آخری نصف برسوں میں کرہ باد کی کیمیائی ترکیب کے متعلق سائنسی معلومات بڑی محدود ہیں۔ چنانچہ اس طرح مجھے اپنے سائنسی سفر کی اساسی جہت مل گئی۔

میں نے پہلے کرہ باد کے دوسرے طبق یعنی سٹریٹوسفیئر میں موجود اوزون کو اور پھر فضا کی کیمیائی ترکیب اور موسمیاتی تغیر کو اپنی تحقیق کا موضوع بنایا۔ یہ میری خوش قسمتی تھی کہ ان موضوعات میں دریافت کرنے

کو بہت کچھ تھا۔ میری تحقیق کا ایک اہم پہلو ہمارے فضائی ماحول پر انسانی سرگرمیوں (anthropogenic activities) کے مرتب ہونے والے اثرات بھی تھے۔ اس سمت میں آگے بڑھتے ہوئے مجھے پتا چلا کہ ہوا میں آلودگی صنعتوں سے اور نباتاتی ایندھن جلانے سے ہی نہیں ہوتی بلکہ منطقہ حارہ (tropics) اور اس سے متصل منطقہ معتدلہ (subtropics) کے ترقی پذیر ملکوں میں حیاتیاتی فُضلہ (biomass) کے جلنے سے بھی پیدا ہوتی ہے۔ میری تحقیق کا ایک جائزہ میرے نوبل لیکچر[2] میں موجود ہے۔ اپنی تحقیق کے موضوع کے انتخاب میں، میں پوری طرح آزاد تھا۔ میرے سپروائزروں، بالائی فضا میں طبعی اور کیمیائی مظاہر (aeronomy) کے ماہر پروفیسر جارج وٹ (Georg Witt) اور محکمۂ موسمیات کے سربراہ پروفیسر برٹ بولن (Bert Bolin) نے مجھ پر جو مہربانیاں کیں اور جس اعتماد کا مظاہرہ کیا میں اس کی دل سے قدر کرتا ہوں اور اسے بیان کرنے کے لیے میرے پاس الفاظ نہیں ہیں۔

حواشی

* **تعارف:** پال جوزف کرٹسن (Paul J. Crutzen) پیدائش 1933ء کرہ باد کے ولندیزی کیمیا دان ہیں۔ انھوں نے کرہ باد میں اوزون کی تہہ میں کمی پر کام کیا ہے۔ کرہ باد پر پال جے کرٹسن کے کام پر 1995ء میں انھیں، ماریو جے مولینا (Mario J. Molina) اور ایف۔ ایس۔ رولینڈ (Frank Sherwood Rowland) کے ساتھ کیمیا کا نوبل انعام دیا گیا تھا

(i)۔ پروشیا (Prussia)، جرمنی کی قدیم شاہی عملداری کو کہتے ہیں اور اس سے جرمنی کی تاریخی شکل بنی ہے۔ 1451ء میں برلن کو اس کا دارالحکومت قرار دیا گیا تھا۔ 1871ء تک جرمنی کی کئی شہری ریاستیں پروشیا میں شامل ہوتی چلی گئیں اور یوں جرمنی ایک ملک بن کر سامنے آیا۔

(ii)۔ زمین کی ماحولیاتی فضا کو پانچ طبقات میں تقسیم کیا گیا ہے جس میں سب سے نیچے ٹراپوسفیئر (Troposphere)، پھر سٹریٹو سفیئر (Stratosphere)، پھر میزوسفیئر (Mesosphere)، پھر تھرموسفیئر (Thermosphere) اور سب سے اوپر ایکسوسفیئر (Exosphere) ہے۔

(iii)۔ گیسوں کے ایک حلقے نے زمین کو گھیر رکھا ہے اور یہ کشش ثقل کی وجہ سے برقرار رہتا ہے۔ اسے کرہ باد کہتے ہیں اور یہ زمین پر زندگی کی حفاظت کا ضامن ہے۔ سورج سے آنے والی مہلک الٹراوائلٹ شعاعیں کرۂ باد میں جذب ہو جاتی ہیں۔

2۔ یہ لیکچر مندرجہ ذیل ویب سائٹ پر دیکھا جا سکتا ہے:

http://www.nobel.se/chemistry/laureates/l995/crutzen-lecture.pdf

ایک عالمِ اقتصادیات کا پروان

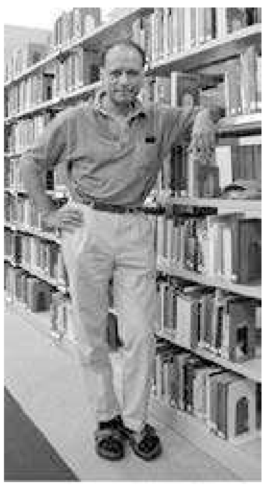
(The Making of an Academic Economist)

پارتھا داس گپتا*

(Partha Dasgupta)

کیمبرج یونیورسٹی، برطانیہ

(University of Cambridge, UK)



© Courtesy of Enrico Tratnik

مجھے کوئی ایسی گھڑی یاد نہیں جب میں نے علمی مقام حاصل کرنے کی تمنا نہ کی ہو۔ میرے والد یونیورسٹی میں اقتصادیات کے پروفیسر تھے اور میرے والدین کے کئی دوست تدریس سے وابستہ تھے۔ اسی طرح ہمارے گھر کھانے پر مدعو ہونے والے بھی علمی دنیا سے تعلق رکھتے تھے اور سب سے بڑھ کر یہ کہ مجھے ان کے ساتھ بات چیت کرنا اچھا لگتا تھا۔ اس لیے میں نے یہ فرض کر لیا تھا کہ میں بھی ان جیسی علمی زندگی گزاروں گا، لیکن اس کا یہ مطلب نہیں تھا کہ میں بھی ماہر اقتصادیات بنوں گا۔ میرے والد نے مجھے تفصیلاً سمجھایا تھا کہ نظریاتی طبیعات کا مقام تمام علوم سے برتر ہے۔ 1950ء کی دہائی کے آخر میں جب میں دہلی یونیورسٹی میں تھا تو میں جن طلبہ کو بہت پسند کرتا تھا وہ طبیعیات پڑھتے تھے۔ چنانچہ میں بھی ان میں شامل ہو گیا اور میں نے جب کیمبرج یونیورسٹی میں بطور انڈر گریجویٹ طالب علم داخلہ لیا اس وقت بھی میں اسی مضمون کا شیدائی تھا۔ میرا ارادہ یہ تھا کہ ریاضی میں انڈر گریجویٹ کرنے کے بعد میں ذراتی طبیعیات (particle physics) میں اعلیٰ تعلیم حاصل کروں گا۔

جب میں کیمبرج کے تیسرے سال میں تھا تو میری سوچ تبدیل ہو گئی۔ اس تبدیلی کی تین وجوہات تھیں۔ ایک وجہ تو یہ تھی کہ مجھے طبیعیات پڑھتے ہوئے اگرچہ بہت وقت ہو گیا تھا لیکن میں اس مضمون کی پوری سوجھ بوجھ حاصل نہیں کر سکا تھا۔ دوسری وجہ یہ تھی کہ میں نے جو آخری کورس پڑھا وہ منتشری میٹرکس (scattering matrices) کے بارے میں تھا۔ اس کورس میں مجھے لگا کہ یہ عددی طریقے سے سوالات حل کرنے کی تکرار ہے مگر اس کا طبیعیات سے کوئی تعلق مجھے سمجھ نہ آیا۔ تیسری وجہ یہ بنی کہ اس وقت ویت نام کی

جنگ پورے زوروشور سے جاری تھی اور میرا زیادہ تر فارغ وقت سماجی علوم کے ان طلبہ کے ساتھ گزرتا تھا جو اس جنگ کی اقتصادی وجوہات تلاش کررہے تھے۔

ان دنوں کیمبرج میں اقتصادیات میں پی ایچ ڈی میں داخلہ اُن طلبہ کے لیے بھی ممکن تھا جن کی اس مضمون میں صرف ابتدائی تربیت یا تعلیم ہوئی تھی۔ اگرچہ اپنے مقالے پر کام شروع کرنے کے دو سال بعد میں نے اقتصادیات میں ڈاکٹریٹ تو کرلی مگر مجھ میں اقتصادیات کی باقاعدہ تربیت کی جو کمی تھی وہ صاف ظاہر ہوتی تھی۔اسی لیے جب میں نے اقتصادیات کے لندن سکول آف اکنامکس (London School of Economics) میں کام شروع کیا تو اپنے ساتھیوں کے ساتھ گفتگو کرتے ہوئے میں مؤثر دلائل پیش کرنے سے قاصر رہتا تھا۔ اس سے میری خوداعتمادی کو ٹھیس لگی اور میں جان بوجھ کر ایسے مسائل پر کام کرنے سے کترانے لگا جن کے لیے نظریاتی طبیعیات دان ''گرم'' (hot) کی اصطلاح استعمال کرتے تھے۔تاہم اس کا ایک نتیجہ یہ بھی ہوا کہ میں آرام دہ رفتار سے کام کرسکتا تھا۔ میں زیادہ تر ان مسائل پر غوروفکر کرتا جنھیں میرے بہترین معاصر توجہ کے لائق نہیں سمجھتے تھے اور یہ بلاشبہ ایسے مسائل تھے جنھیں ہاتھ بھی نہیں لگایا گیا تھا۔ابھی کچھ عرصہ ہی ہوا ہے کہ میری خوداعتمادی کافی حد تک بحال ہوئی ہے اور مجھے احساس ہوا ہے کہ میرے معاصرین یہ سمجھ ہی نہیں پائے تھے کہ میں جن مسائل کی تحقیق کررہا ہوں، ان میں معلومات کا ایک خزانہ چھپا ہوا ہے۔

1970ء کی دہائی کے اوائل میں خالص ریاضیاتی رویے کی ایک قسم اقتصادی نظریات کے ماہرین میں مقبول بنی رہی اور بہترین نوجوان نظریہ دان ان مسائل پر کام کرتے رہے جنھیں بیان تو کردیا گیا تھا مگر جنھیں حل کرنا بہت دشوار تھا۔ اکثر اس کام میں کسی خاص سمت میں پہلے سے معلوم نتائج کو ایک عمومی شکل میں ڈھالنا شامل تھا۔سماجی سائنسوں (social sciences) میں عمومی نتائج کی بہت ضرورت ہوتی ہے۔(مثال کے طور پر ان شرائط کی نشاندہی کرنا جو مارکیٹ کے نظام کو وسائل کی مؤثر طریقے سے تقسیم جاری رکھنے کے قابل بنانے کے لیے کافی ہوں)۔اس کی صرف یہی وجہ نہیں کہ سماجی دنیا کے متعلق اندازے قائم کرنا بہت مشکل ہے بلکہ اس کی وجہ یہ بھی ہے کہ یہ وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ چونکہ سماجی دنیا اپنی بہترین صورت میں بھی دھندلی دکھائی دیتی ہے اس لیے جو نظریہ بھی قائم کیا جائے اسے ممکنہ سماجی دنیاؤں کا احاطہ کرنا ہوتا ہے۔تاہم طبیعیات میں میری تربیت نے مجھے یہ سکھایا ہے کہ اگر آپ ایک سمت میں ایک نتیجے کو بہت زیادہ عمومی انداز میں اختیار کرتے ہیں اور اس کا بنیادی ماڈل اپنی کئی دوسری سمتوں میں بہت خاص ثابت ہوتا ہے تو اس سے کچھ زیادہ فائدہ نہیں ہوتا۔ ماضی میں اقتصادی ماہرین کا ایک طریقۂ کار یہ بھی ہوا کرتا تھا کہ وہ

بہت مؤثر خصوصی ماڈل بنا لیتے تھے جو اس لحاظ سے غیر گنجلک اور شفاف ہوتے تھے کہ اگر زیادہ عمومی جگہوں کا احاطہ کرنا ہوتا تو اُن کی مطلوبہ سمتوں میں توسیع ہو سکتی تھی۔ میں بھی اسی طرف مائل ہوا۔ یہی وہ نقطۂ نظر تھا جو تقریباً میرے تمام کام کا محور رہا۔ اس نقطۂ آغاز اور کچھ اتفاقی عوامل نے جو تحقیق کے کام میں عام ہیں، نے بارہا مجھے اس قابل بنایا کہ میں بظاہر لاتعلق دکھائی دینے والے سماجی واقعات کے درمیان ایک رسمی تعلق کی نشاندہی کر سکوں۔

درحقیقت پی ایچ ڈی کے طالب علم کی حیثیت سے میں نے جو سال گزارے ان کے دوران میں نے اپنے اندر غیر عمومی مسائل کو حل کرنے کا شوق پال لیا تھا[3]۔ اپنے مقالے میں، میں نے ایک مثالی آبادی اور ایک قوم کی سرمایہ کاری کی پالیسیوں کے مطالعے کے لئے ایک خاص کلام وضع کیا۔ اس مسئلے کے حل کے لئے میرے ماڈل میں کسی معیشت کی برقراری صلاحیت ایک معلومہ (datum) نہیں تھی۔ چونکہ اصل زر میں سرمایہ کاری پیداواری صلاحیت کو بڑھانے کے لیے استعمال کی جا سکتی ہے، اس لیے معیشت کی برقراری صلاحیت کو میرے ماڈل میں اخلاقی اور ماحولیاتی دونوں عوامل سے اخذ کرنا ضروری تھا۔ تاہم میں نے یہ ثابت کر دیا کہ اگر آبادی اور سرمایہ کاری کی پالیسیوں میں اخلاقی بنیاد کے طور پر کلاسیکی افادیت پسندی (Classical Utilitarianism) کو استعمال کرنا ہے تو آبادی کا مناسب ترین حجم، معیشت کی مناسب ترین برقراری صلاحیت سے بہت زیادہ کم نہیں ہوگا۔ اس بات کو ٹھیک ٹھیک بتانے کے لیے میں نے دریافت کیا کہ معیشت کی بہترین برقراری صلاحیت اور آبادی کے بہترین حجم کے درمیان نسبت ($e \approx 2.71$) سے زیادہ نہیں ہو سکتی[4]۔ اس دریافت کے متعلق مجھے ایک تو یہ بات پسند آئی کہ یہ کم سے کم میرے لیے غیر متوقع تھی۔ پھر یہ اخلاقی فلسفہ کے طور پر کلاسیکی افادیت پسندی کے نظریے کے استعمال پر ایک کاری ضرب تھی اور اس کے ساتھ ساتھ اس کی بنیاد ایک ایسے اقتصادی ماڈل پر رکھی گئی تھی جس میں فطرت کو سنجیدگی سے لیا گیا تھا۔

تاہم 1970ء کی دہائی میں سماجی سائنسدانوں کے لیے ماحولیات (ecology) کوئی معروف اصطلاح نہیں تھی اور نہ ہی سماجی سائنس کے اداروں میں موجود مجھ جیسے کسی اُستاد کے لیے اس مضمون تک فوری رسائی کا کوئی بندوبست موجود تھا۔ اس کے باوجود میں اس مضمون کی طرف جسے آج ماحولیاتی اقتصادیات (ecological economics) کہتے ہیں جبلی طور پر اس لیے کھنچتا چلا گیا تھا کیونکہ اس وقت میں نے جیوفری ایم

3۔ یہ شوق ابھی تک قائم ہے۔ ان سالوں میں، میں نے ان انسانی مقاصد اور سرگرمیوں کی معاشیات کا مطالعہ کیا ہے جو علم، آزادی، اعتبار، صحت، بچے، اور ماحولیات کی مختلف اقسام جیسے غیر واضح اشیاء پر مشتمل ہیں جنہیں عام طور پر ''قدرتی ماحول'' کا نام دیا گیا ہے۔ درج ذیل تفصیل میں، میں نے اپنی تحقیق کے صرف اس حصے کو بیان کیا ہے جو دنیا کے غریب ترین خطوں میں دیہی غربت، مقامی ماحولیاتی وسائل اور شرح پیدائش کے اتصال کے مطالعے سے تعلق رکھتا ہے۔

4۔ میرے مقالے کے اس باب میں اخذ کردہ نتائج مندرجہ ذیل مضمون کے طور پر شائع ہوئے۔ ''مناسب ترین آبادی کا تصور''
"On the concept of optimum population", *Review of Economic Studies*, 1969,36(2); 296-318.

ہیل (Geoffery M. Heal) کے ساتھ مل کر (جواب کولمبیا یونیورسٹی میں ہوتے ہیں) جو بنیادی تحقیق شروع کی اس کا تعلق تیل اور قدرتی گیس جیسے ختم ہو جانے والے قدرتی وسائل کی جامع اقتصادیات مرتب کرنے سے تھا۔ ہمارے اِس کام میں ماحولیات کا بہت کم عمل دخل تھا لیکن ہم نے اس موضوع پر جو رسالہ شائع کیا[5] اس میں، میں نے گیم تھیوری (game theoretic) ماڈل استعمال کرتے ہوئے یہ ثابت کیا کہ اگر مشترکہ ملکیت کے وسائل کا استعمال محدود کر دیا جائے تب بھی ''اشتراکی وسائل'' کا مسئلہ برقرار رہ سکتا ہے۔ میں نے اس میں یہ بھی دکھایا تھا کہ وسائل کے لیے نجی ملکیت کے حقوق دیئے بغیر ایک سماجی گروہ کیسے اصولی طور پر مشترکہ وسائل (کے ضیاع) کے ''المیہ'' سے بچ سکتا ہے۔ مجھے اس وقت پتا نہیں تھا لیکن اس ماڈل نے دنیا کے غریب ترین علاقوں میں دیہی زندگی کے ایک اہم پہلو کے متعلق ہماری موجودہ سوجھ بوجھ کی بنیاد فراہم کی تھی[6]۔ جب سے یہ کتاب شائع ہوئی ہے تب سے میرے کام میں ایک مسلسل محرک یہ رہا ہے کہ سماجی، اقتصادی راستوں میں ایسے تعلق کو تلاش کرتا رہوں جو غریب ترین ملکوں کے غریب دیہی لوگوں کی زندگیوں میں رچا بسا ہے اور ایسے بنیادی قدرتی عوامل کی نشاندہی کروں جو انسان کی پیداواری صلاحیت اور غذائی صورت حال میں تعلق ظاہر کرتے ہیں اور جن کا تعلق مقامی ماحولیاتی نظام کے ارتقا کی صورت گری سے ہے[7]۔

تاہم مجھے ایک ایسے سماجی مسئلہ کا سامنا کرنا پڑا، جس کا مجھے پہلے سے اندازہ نہیں تھا اور اس نے کچھ عرصہ پہلے تک میرے کام کو اقتصادی سوچ کے مرکزی دھارے میں شامل ہونے سے روکے رکھا تھا۔ مسئلہ یہ تھا کہ اقتصادی ترقی کے ماہرین نے قدرتی ماحول کو اقتصادیات کی بنیاد کے طور پر سنجیدگی سے لیا ہی نہیں[8]۔ ایسا کیوں ہوا؟ میرا خیال ہے کہ امریکا اور یورپ کے ماہرین ماحولیات اور ماہرین اقتصادیات یہ سمجھتے تھے کہ ماحول کی اقتصادیات کا تعلق صنعت سے پیدا ہونے والے ماحولیاتی آلودگی کے مسائل سے ہے۔ اس طرزِ فکر سے ماحولیاتی سوچ اور ترقیاتی سوچ رکھنے والوں کے درمیان ٹکراؤ ہو گیا۔ اس وقت یہ خیال کیا جاتا تھا کہ ایک

5۔ ''معاشی نظریہ اور معدوم ہونے والے وسائل''، پی۔ داس گپتا اور جی۔ ہیل (Economic Theory & Exhaustible Resources)، کیمبرج یونیورسٹی پریس، کیمبرج، یوکے۔

6۔ پچھلے پندرہ سال میں غریب ملکوں میں مشترکہ ملکیتی وسائل کے استعمال پر اعداد و شمار پر مبنی لٹریچر میں بے انتہا اضافہ ہوا ہے۔

7۔ 1980ء میں اتفاقیہ طور پر، جدید ماحولیات پر شروع شروع میں لکھی گئی ایک کتاب میرے ہاتھ لگی جو میں نے پڑھ ڈالی۔ یہ پی۔ اہلرخ (P.Ehrlich)، اے اہلرخ (A.Ehrlich) اور جے ہولڈرن (J.Holdren) کی لکھی ہوئی کتاب تھی ''ماحولیاتی سائنس: آبادی، وسائل اور ماحولیات'' (Ecoscience: Population, Resources and the Environment)(San Francisco, W.H.Freeman, 1977). 1991ء سے میں بیجر انٹرنیشنل انسٹی ٹیوٹ برائے ماحولیاتی معاشیات (Beijer International Institute of Ecological Economics, Stockholm) میں ہونے والی میٹنگز میں ماہرین سے ماحولیات کے بارے میں باقاعدگی سے سیکھتا رہا ہوں۔

8۔ اس بات کی تصدیق کے لیے ہمیں غریب ملکوں کی معاشیات اور ترقیاتی معاشیات کے بارے شائع ہونے والی وہ کتابیں اور مقالے دیکھنے ہوں گے جو 90 کی دہائی کے وسط سے پہلے شائع ہوئے ہیں۔

قوم اس بات کی متحمل ہو سکتی ہے کہ وہ امیر بن جانے کے بعد (جب اس کی فی کس قومی آمدنی امارت کے معیار تک پہنچ جائے) قدرتی ماحول کی خدمت کرنے کو اقتصادی حساب کتاب میں شامل کرے اور اس نکتے کی عالمی بینک نے 1992ء کی اپنی عالمی ترقی کی رپورٹ میں بھی ضمناً توثیق کی ہے۔

میرے لیے تو آلودگی کے عوامل (pollutants) اور وسائل (resources) دونوں ایک ہی سکے کے دو رخ رہے ہیں۔ پھر میرے لیے قدرتی وسائل سے مراد صرف تیل، گیس، فضا اور اس سمندر سے ہی نہیں تھی جس میں آلودگی پیدا کرنے والی اشیاء کو ڈبو دیا جاتا ہے۔ بلکہ میں اس میں جوہڑوں، ندی نالوں، غیر مزروعہ زمینوں اور گاہی گئی زمینوں (swidden fallows)، چراگاہوں، مقامی جنگلوں، ماہی پروری کے ساحلی مقامات اور دلدلی زمینوں (wetlands) کو بھی شمار کرتا ہوں۔ میں نے محسوس کیا ہے کہ جن قدرتی وسائل کا ذکر میں نے بعد میں کیا ہے وہ دنیا کے غریب ترین لوگوں کی اقتصادی زندگی کی بنیاد ہیں[(9)]۔ 1980ء اور 1990ء کی دہائی کے دوران میں نے غریب ممالک کے گھرانوں میں انتہائی غربت برقرار رہنے کے عوامل اور اسباب کو سمجھنے کے لیے کئی مختلف طریقے اختیار کیے۔ دیبراج رائے (Debraj Ray) (جو اب نیو یارک (New york یونیورسٹی میں ہوتے ہیں)، کے ساتھ مل کر میں نے غذائی ماہرین (nutritionists) کی تحقیق کے ان نتائج کو سامنے رکھا جو کسی فرد کی غذائی حیثیت اور اس کے کام کرنے کی صلاحیت میں تعلق قائم کرتی ہے اور پھر اس سے گھروں کے غربت کے شکنجے میں کسے جانے کے متعلق ایک نظریہ تیار کیا۔ اس معاملے کو سلجھانے کے لیے ہمیں جو راہ سوجھی وہ بڑی سادہ تھی۔ جو شخص غذائی قلت کا شکار ہوتا ہے اسے اپنی غذائی حیثیت کو بہتر بنانے کے لیے جس رقم کی ضرورت ہوتی ہے وہ اتنا نہیں کما سکتا، مگر اس سے بھی پہلے سوال یہ بنتا ہے کہ کوئی غذائی قلت کا شکار ہوتا ہی کیوں ہے؟ چنانچہ اسے جاننے کا مناسب طریقہ یہ ہے کہ ایک فرد کی غذائی حیثیت اور محنت کے ذریعے پیداواری صلاحیت دونوں کو تجزیے میں اندرونی عوامل کے طور پر شامل کیا جائے۔ اس تحقیق میں ہم نے یہ ثابت کیا کہ ایک کمزور اقتصادی منڈی میں زمین کی ملکیت جیسا پیداوار کا مادی اثاثہ (physical capital) بہت اہم ہوتا ہے۔ اور جن کے پاس کوئی اثاثہ نہیں ہوتا وہ خاص طور پر غربت کے شکنجے میں پھنس جاتے ہیں۔ ہمارے نظریہ نے اس طریقہ کار کی نشاندہی کی جس کے ذریعے سے لوگوں کی بڑی تعداد اس صورت میں بھی غربت کے شکنجے میں پھنس سکتی تھی جب معیشت کی فی کس مجموعی قومی پیداوار میں اضافہ ہو رہا ہو۔ اس کے بعد کی تحقیق میں، میں نے اس امکان کا جائزہ لیا کہ غریب ممالک میں زیادہ شرح پیدائش اور مقامی قدرتی وسائل کے انحطاط کی بنیاد گھریلو غربت ہے۔ اسی ضمن میں میں نے ان کے جو ماڈل تیار کیے ان میں

9۔ میں نے اس سوچ کو ایک کتاب میں بیان کیا ہے جس کا نام ہے ''وسائل پر کنٹرول'' (The Control of Resources, (Cambridge, MA:Harvard University press, 1982)۔ لیکن ترقیاتی معاشیات دانوں اور ماحولیاتی معاشیات دانوں نے اسے زیادہ وقعت نہیں دی اور کم کم ہی اس کا حوالہ دیا ہے۔

آبادی، غربت اور قدرتی وسائل وہ تین مقامی تغیریات ہیں جن میں سے کوئی بھی باقی دو میں تبدیلی کی بنیادی وجہ نہیں بنتا۔ البتہ ان میں سے ہر ایک دوسرے دو پر اثر انداز ضرور ہوتا ہے اور ان دونوں کے اثرات کو قبول بھی کرتا ہے۔ گھروں کی غربت کے شکنجے میں پھنسنے کی وجہ اداروں کی ناکامی بھی ہو سکتی ہے۔ مثال کے طور پر اس ناکامی کی وجہ ان مقامی مشترکہ ملکیتی وسائل کے انتظام کے متعلق سماجی اقدار کا انحطاط ہو سکتا ہے جو ان طبقات کے ہیں جن کے پاس دوسری قسم کے اثاثے بہت کم ہیں۔ ان ماڈلوں میں ایسے سرکاری پالیسیوں کی نشاندہی بھی کی گئی تھی جو ان طبقوں کی زد پزیری (vulnerability) کو کم کر سکتی ہیں۔ حال ہی میں جو متعدد خرد اقتصادیاتی(microeconomic) مطالعے ہوئے ہیں ان میں نیپال اور افریقہ میں صحرائے اعظم کے جنوبی علاقوں سے دیہی سطح کے اعداد و شمار کا تجزیہ کیا گیا ہے اور یہ تجزیہ ہمارے نظریے سے مطابقت رکھتا ہے[10]۔

بارہا میرے کام کا محرک انسانی بھلائی کے لیے جامع اقدامات کی تلاش رہا ہے۔ اس موضوع پر میں نے شروع میں جو کام کیا تھا[11] اس میں، میں نے اعداد و شمار سے یہ ثابت کیا تھا کہ سیاسی اور شہری آزادیاں غریب ممالک میں اقتصادی ترقی کے لیے مفید ثابت ہوئی ہیں۔ جس کا مطلب یہ ہے کہ اِن آزادیوں کو اشیائے تعیش خیال نہیں کرنا چاہیے۔ کارل گوران مالر(Karl Goran Maler) جو سٹاک ہوم میں ماحولیاتی اقتصادیات کی بے جرانٹرنیشنل انسٹی ٹیوٹ برائے ماحولیاتی اقتصادیات (Beijer International Institute of Ecological Economics) کے ڈائریکٹر ہیں، ان کے ساتھ مل کر کام کرتے ہوئے میں نے حال ہی میں ثابت کیا ہے کہ دولت کا ایک جامع پیمانہ یہ اندازہ لگانے کے کام آ سکتا ہے کہ کیا ایک اقتصادی ترقی کے پروگرام کے دوران انسانوں کی معاشرتی بہبود کو قائم رکھا جا سکتا ہے۔ یہ پیمانہ پائیدار ترقی کے اس نظریے کو قابل عمل بناتا ہے جس کے بنیادی اجزا میں نہ صرف تیار شدہ مصنوعات کے اثاثے، بلکہ انسانی اور قدرتی سرمایہ بھی شامل ہے۔ ایک کتاب میں جس میں اس نظریے کو تمام جزئیات کے ساتھ بیان کیا گیا ہے،[12] میں

10۔ یہ کام میں نے اپنی کتاب ''غربت اور خوشحالی کا تجزیہ'' (An inquiry into well-being and Destitution"(Oxford: Clarendon press, 1993)۔ اس نظریہ کو ایک مختصر صورت میں سائنٹفک امریکن میں شائع ہونے والے ایک مقالے میں بیان کیا گیا ہے جس کا عنوان ہے ''آبادی، غربت اور مقامی ماحول'' ("Population, Poverty and Local Enviroment" Scienctific American, 1995,272(2), February, 40-45)۔ غذائیت کی کمی، چھوت کی بیماریاں اور پست صلاحیت کار کو باہم جوڑنے والے طریقہ کار کو سمجھنے کے لیے میری پروفیسر جان واٹرلو(John Waterlow) سے طویل خط و کتابت رہی، جنہوں نے بڑے صبر سے مجھے یہ مضمون سمجھایا۔

11۔ ''خوشحالی اور غریب ملکوں میں اس کا حصول کہاں تک ممکن ہے''، یہ مضمون اکنامک جرنل میں چھپا۔ ["Well-Being and the Extent of its Realisation in Poor Countries", Economic Journal, 1990, 100(supplement), 1-38]

12۔ ''انسانی خوشحالی اور قدرتی ماحول''۔ آکسفورڈ یونیورسٹی پریس، 2001۔ ["Human Well-Being and the Natural Enviroment" (Oxford University Press, 2001, revised edition,2004)

نے عالمی بینک کے اعداد وشمار لے کر یہ ثابت کیا ہے کہ پچھلی تین دہائیوں کے دوران جنوبی ایشیا اور افریقہ کے صحرائے اعظم کے جنوبی علاقے کا عام آدمی، دولت کے اعتبار سے پہلے سے زیادہ غریب ہوا ہے۔ میری تحقیق یہ بتاتی ہے کہ اگر چہ جنوبی ایشیا کے ملکوں کی فی کس مجموعی قومی پیداوار میں اضافہ ہوا ہے اور اقوام متحدہ کا انسانی ترقی کا اشاریہ (Human Development Index) بھی بہتری ظاہر کر رہا ہے، لیکن ہوسکتا ہے کہ پیداوار میں یہ اضافہ اور یہ بہتری، قدرتی سرمائے کے اثاثوں کو اس حد تک استعمال کرنے کی بدولت ممکن ہوئی ہو کہ وہ ملک فی کس آمدنی کے حساب سے اب پہلے سے بھی زیادہ غریب ہو گئے ہوں۔ جس کے معنی یہ ہوئے کہ ان کی ترقیاتی پالیسیاں غیر پائیدار تھیں۔

اس مضمون کی تیاری کے دوران مجھے اپنے کچھ پرانے مضامین ایک بار پھر پڑھنے کا موقع ملا تو یہ بات میرے علم میں آئی کہ میں نے شاید ہی اپنا کوئی ایسا مضمون شائع کیا ہو جس میں، میں جس پرندے کو پکڑنا چاہتا ہوں بالآخر اسے میں نے واقعی پکڑ لیا ہو۔ اس کی وجہ یہ رہی ہے کہ مجھے شاذ ہی اس بات کا اندازہ ہوتا تھا کہ میں حقیقت میں کیا کھوج رہا ہوں۔ ہوسکتا ہے کہ یہ بات میرے لاشعور میں ہو، مگر مجھے اس پر بھی شک ہے۔ میرے معاملے میں ایک دریافت کے معنی کوئی چندھیا دینے والا انکشاف نہیں بلکہ پروان چڑھنے والا شعور ہوتا تھا۔ عام طور پر کئی مضامین کی اشاعت کے بعد، جسے استعارتاًیوں کہیے کہ ایک اینٹ پر دوسری اینٹ چنتے چلے جانے کے بعد، مجھ پر یہ واضح ہوتا تھا کہ میں کس مظہر پر کام کر رہا ہوں، اس مظہر تک لے جانے والے راستے تلاش کرنا تو دور کی بات ہے۔ مجھے نہیں پتا کہ کیا دوسرے سائنسدانوں کو بھی ایسے ہی تجربات سے گزرنا پڑتا ہے۔ لیکن میرا خیال ہے کہ ایسا نہیں ہے۔ مجھے شک ہے کہ اس طریقہ کار میں کچھ بھی مشترک نہیں ہے جس سے ہم اپنے اردگرد کی دنیا کے متعلق علم حاصل کرتے ہیں۔

حواشی

* **تعارف:** پارتھا داس گپتا (Partha Dasgupta) کی پیدائش 1942ء میں ڈھاکہ میں ہوئی۔ ان کی دلچسپی فلاح و بہبود اور ترقی کی اقتصادیات میں رہی ہے۔ انھوں نے تکنیکی تبدیلیوں، آبادی، ماحول اور وسائل اور دنیا کے بڑھتے ہوئے درجۂ حرارت کی اقتصادیات میں بڑا کام کیا ہے۔ انھوں نے کئی کتابیں لکھی ہیں اور بڑا نام پیدا کیا ہے۔ اور دنیا کی ممتاز ترین یونیورسٹیوں میں تدریس وتحقیق کے فرائض انجام دیے ہیں۔ 2002ء میں ملکہ الزبتھ دوئم نے انہیں نائیٹ بیچلر (Knight Bachelor) کا اعزاز دیا۔ اِس کے علاوہ کئی عالمی انعامات اور اعزازی ڈگریاں حاصل کیں۔

سائنسدان ہونا

(To be a Scientist)

کرسچن ڈی ڈووے*

(Christian de Duve)

کرسچن ڈی ڈو وے انسٹی ٹیوٹ برائے سیلولر پیتھالوجی، برسلز، بیلجیم

(Christian de Duve Institute of Cellular Pathology, Brussels, Belgium)



© Courtesy of Rockefeller University, New York

کسی بھی سائنسدان کے متعلق اکثر یہ تصور کیا جاتا ہے کہ وہ بہت باعلم شخص ہوتا ہے اور یہ بات کچھ غلط بھی نہیں ۔ سائنس میں کچھ اچھا کرنے کے لیے آپ کو ریاضی، طبیعیات، کیمیا یا حیاتیات جیسے علوم میں سے کسی ایک کی اور بعض اوقات ایک سے زیادہ کی تربیت حاصل کرنا ضروری ہوتی ہے۔ اس کے ساتھ یہ بھی لازمی ہے کہ آپ کو یہ پتہ ہو کہ آپ جس میدان میں کام کر رہے ہیں، اس میں دوسرے کیا کرتے رہے ہیں۔ لیکن یہ بھی کافی نہیں ہے۔ جس طرح تصویریں(painting) جمع کر لینے سے کوئی مصور نہیں بن جاتا، اسی طرح دوسروں کے کام کو حفظ کر لینے سے کوئی سائنسدان نہیں بن سکتا۔ بلکہ سائنسدان اسے مانا جاتا ہے جو نئے علم کو تخلیق کرتا ہے یا یوں کہیے کہ وہ سائنسی علوم کی بہتر سوجھ بوجھ کا مظاہرہ کرتا ہے۔ کیونکہ سائنس کا اصل مقصد ہی یہ ہے کہ قدرت کے متعلق علم کو بہتر بنایا جائے۔

اس میں کوئی شک نہیں کہ ہر سائنسدان ، نیوٹن [(i)] (Newton)، ڈارون [(ii)] (Darwin) یا آئن سٹائن [(iii)] (Einstein) نہیں ہوسکتا۔ ہم میں سے زیادہ تر سائنسدان کائنات کو سمجھنے کی جستجو کرتے ہیں اور پہلے سے معلوم علم میں کچھ تھوڑا سا اضافہ کر کے مطمئن ہو جاتے ہیں۔ پھر روزمرہ کی بنیاد پر جو سائنسی تحقیق ہوتی ہے اس میں زیادہ تر چھوٹے چھوٹے مسائل کا حل تلاش کیا جاتا ہے۔ اسے یوں سمجھئے کہ آپ کا سامنا کسی عجیب و غریب حقیقت سے ہو جاتا ہے یا کچھ ایسا آپ کے مشاہدے میں آجاتا ہے جو آپ کے تجسس کو اُبھارتا ہے، چنانچہ اس پر غور کرتے ہوئے آپ اپنے تخیل کی پرواز کو کھلا چھوڑ دیتے ہیں۔ آپ کو فکر کے جو راستے سجھائی

دیتے ہیں آپ انھیں سامنے رکھ لیتے ہیں، پھران کے متعلق آپ کے ذہن میں جو چھوٹی چھوٹی معلومات جمع ہوتی رہتی ہیں آپ اُنھیں استعمال کرتے ہوئے اس مسئلے کی کوئی موزوں اور مناسب وضاحت تلاش کرنے کی کوشش کرتے ہیں۔ سائنسی سرگرمیوں کا یہ تخلیقی انداز فنون لطیفہ کے انداز سے بڑی مطابقت رکھتا ہے لیکن یہ صرف پہلا قدم ہے۔ اس کے بعد سائنس میں تحقیق کا وہ سخت مرحلہ آتا ہے جہاں مفروضوں کا حقائق سے موازنہ کیا جاتا ہے اور یہ طے کرنا ہوتا ہے کہ کیا یہ مفروضے تمام مشاہدات سے مطابقت رکھتے ہیں؟ اور خاص طور پر تجرباتی سائنسوں (experimental sciences) کی مدد سے یہ دیکھنا ہوتا ہے کہ موازنہ بہترین طریقے سے کیسے کیا جا سکتا ہے۔ ایسا کرنے کا طریقہ یہ نہیں ہے کہ آپ مفروضوں کو درست ثابت کرنے کے لیے اپنا پورا زور لگا دیں بلکہ اس کا طریقہ یہ ہے کہ آپ اپنے اخذ کئے ہوئے نتائج کو غلط ثابت کرنے کی پوری پوری کوشش کریں اور جب ناکام ہو جائیں تو انھیں درست مان لیں۔

سائنس کا یہی پہلو ایسا ہے جو اسے معمے، شطرنج، یا کسی طرح کی پہیلی جیسا پر لطف بنا دیتا ہے۔ سائنس میں بھی ان چیزوں کی ہی طرح عقل اور دانش کی آزمائش ہوتی ہے، لیکن اس کا ایک اضافی فائدہ یہ ہے کہ یہ آپ کو دنیا کے متعلق کچھ نہ کچھ نیا بتاتی ہے۔ البتہ یہ علم اسی صورت میں واضح ہوتا ہے جب اس سے متعلق حقائق سامنے آتے ہیں۔

سائنسی تحقیق کا دوسرا پہلو یہ ہے کہ تحقیق کے نتائج کے متعلق کوئی پیش گوئی نہیں کی جا سکتی۔ چونکہ سائنس نامعلوم کی تلاش کرتی ہے اس لیے اصولاً پہلے سے یہ جان لینا ممکن ہی نہیں کہ اس تلاش کے نتیجے میں کیا دریافت ہوگا۔ اس سے بھی کم علم اس بارے میں ہوتا ہے کہ جو دریافت ہوگا وہ مفید اور منافع بخش بھی ہوگا یا نہیں۔ سائنسی تحقیق کے لیے فنڈ فراہم کرنے والے سیاستدان یا اس کے منتظم و نگران اس پہلو کو اکثر نظر انداز کر دیتے ہیں۔ چونکہ بات پیسے کی ہوتی ہے اس لیے وہ حساب کتاب کی جواب دہی اور نتائج کے منافع بخش ہونے کی ضرورت پر زور دیتے ہیں۔ ان کی یہ بات نہ صرف منطقی طور پر غلط ہے، بلکہ یہ سائنس کی اصل قدر و قیمت کو کم کرنے کے مترادف ہے، یعنی وہ کردار جو سائنس انسانی ثقافت میں بہتری لانے کے لیے ادا کرتی ہے۔

میں 1935ء کے موسم خزاں میں میڈیکل کا ایک نوجوان طالب علم تھا۔ اس وقت جب میں نے ایک نوآموز کی حیثیت سے اپنے فزیالوجی (physiology) کے پروفیسر کی تحقیقی لیبارٹری میں قدم رکھا تو اس وقت مجھے اوپر بیان کی گئی باتوں کا غیر واضح ادراک تھا۔ لیکن میرے پاس سیکھنے کے لیے وقت ہی وقت تھا اور تحقیق کے لیے ہاتھوں سے کام لینے کی جس مہارت اور جس ذہنی تگ و دو کی ضرورت تھی وہ مجھے پُرکشش لگتی تھی۔ پھر

مسلسل مشق کے ذریعے، خاص طور پر لیبارٹری کے ترغیبی ماحول کی بدولت اور اپنے اُستاد کی شوق کو ابھارنے والی شخصیت کے طفیل مجھے بتدریج یہ معلوم ہوا کہ میں ایک ایسے کام میں شامل ہوں جس کا تعلق انتہائی تخلیقی اور ولولہ انگیز انسانی کاوشوں سے ہے۔

اپنے کئی ہم عصر سائنسدانوں کے برعکس ابتدائی زمانے میں میری دلچسپی کا محور سائنس کا کوئی خاص شعبہ یا کوئی مسئلہ نہیں تھا۔ یہ بات میرے لیے اس طرح مفید ثابت ہوئی کہ میں اپنی تحقیق میں پوری طرح آزاد ہو گیا۔ مجھے کسی پہلے سے طے شدہ سوچ کو اپنا زینہ نہیں بنانا پڑا اور میں اس لائق ہو گیا کہ میں جو بھی دریافت کروں اسے اپنی تحقیق کا اگلا قدم بنالوں۔ کم وبیش یہ ایک حادثہ ہی تھا کہ میں انسولین کی تحقیق کے راستے پر چل کھڑا ہوا اور اس میں مجھے بارہ برس لگ گئے۔ میں اس مسئلہ کو پوری طرح سمجھنے اور تحقیق کے مفید نتائج حاصل کرنے کے لیے جس تربیت کو ضروری سمجھتا تھا اس کے لیے میں نے میڈیکل کی تعلیم مکمل کرنے کے بعد نہ صرف کیمیا کی تعلیم حاصل کی بلکہ حیاتیاتی کیمیا(biochemistry) میں خصوصی تربیت پانے کے لیے دو سال سویڈن اور امریکا میں بھی گزارے۔ میرے اس تربیتی دور کو پہلے جنگ اور پھر بیلجیم پر غیر ملکیوں کے قبضے نے مشکل بنائے رکھا۔

پھر جب میں نے اس امید پر تجربات شروع کیے کہ میں انسولین کے اثر انداز ہونے کے طریقۂ کار کے متعلق ابہام دور کر کے اسے عام فہم بنا دوں تو اتفاقیہ طور پر میرے مشاہدے میں ایک چھپا ہوا خامرہ (Enzyme) آ گیا۔ اس خامرے نے میرے تجسس کو ابھارا اور میری تحقیق کو ایک بالکل مختلف سمت میں لے گیا۔ اس طرح میں یہ تو معلوم نہیں کر سکا کہ انسولین مریض پر کیسے اثر انداز ہوتی ہے۔ البتہ میں خلیے (Cell) کی حیاتیات کا ماہر (cell biologist) ضرور بن گیا اور میں نے دو اہم خلوی عضو (cell organelles) دریافت کر لیے۔ ان میں سے ایک لائسو سومز (lysosomes) اور دوسرا پر آکسی سومز (peroxisomes) کہلاتا ہے۔ اس تمام صورت حال سے گزرتے ہوئے مجھے یہ سبق ملا کہ آپ کے ذہن میں چاہے کوئی بھی سوچ ہو، خود کو اس تک محدود نہیں رکھنا چاہیے بلکہ اس سفر میں جو حقائق سامنے آئیں ہمیشہ ان کے ساتھ ساتھ چلتے رہنا چاہیے۔ اس طرح آپ کو شاید وہ نہ مل سکے جس کی تلاش تھی مگر اس راستے پر چلتے ہوئے جو بھی دریافت ہوگا وہ شاید اس سے بھی زیادہ دلچسپ ہو جس کی آپ تلاش میں تھے۔

یہ میری خوش قسمتی تھی کہ جس وقت میں اپنی تحقیق کے ایک چھوٹے سے گوشے پر کام کر رہا تھا تو میرے مضمون میں حقیقی معنوں میں ایسی دریافتیں ہوئیں جن سے ہمیں زندگی کو سائنسی طور پر بہتر انداز میں سمجھنے کا موقع ملا ہے۔ ایسی اہم دریافتیں کسی اور نسل کے حصے میں نہیں آئیں۔ لیبارٹری کو چھوڑ دینے کے بعد

مجھے زندگی کے اتنے سال عطا ہو گئے کہ میں ان معاملات پر مزید غور و فکر کر سکوں۔ میں شکر گزار ہوں اس اتفاقی انعام کا جس نے مجھے ایک ''بڑی تصویر'' کی جھلک دیکھنے کا موقع فراہم کیا۔ یہ ایک ایسا تجربہ تھا جسے میں قدرت کا بہت بڑا انعام سمجھتا ہوں۔

حواشی

* **تعارف:** کرسچن ڈی ڈوے (Christian de Duve) (2013ء-1917ء)، برطانیہ میں پیدا ہوئے۔ ان کے والدین پہلی جنگ عظیم کے دوران بیلجیم سے مہاجرین کے طور پر آئے تھے اور 1920ء میں واپس چلے گئے تھے۔ انھیں حیاتیاتی کیمیا میں گہری دلچسپی رہی ہے اور اس شعبے میں ان کی تحقیق نے خلیوں کی بناوٹ کے متعلق معلومات فراہم کی ہیں۔ انہوں نے حیوانی خلیات کے ایسے جزو (Organelle) دریافت کیے جو خلیہ کے اندر کسی مخصوص فعل کو سرانجام دیتے ہیں۔ اس تحقیق کی بنیاد پر انہیں 1974ء میں فزیالوجی کا نوبل انعام ملا جس میں البرٹ کلاڈ (Albert Claude) اور جارج پالاڈے (George Paladay) ان کے شریکِ انعام تھے۔

(i)۔ سر آئزک نیوٹن (Sir Issac Newton) دیکھیے صفحہ نمبر 26۔

(ii)۔ چارلس رابرٹ ڈارون (Charles Robert Darwin) 1882ء-1809ء قطرت کی تاریخ کے برطانوی ماہر تھے۔ اُن کا نظریہ تھا کہ تمام جانداروں کا حیاتیاتی ممبع ایک ہی ہے اور قدرتی انتخاب کے عمل سے انہیں مختلف شکلوں میں ڈھال دیا ہے۔

(iii)۔ البرٹ آئن سٹائن (Albert Einstein) دیکھیے صفحہ نمبر 26۔

طبیعیات کے میدان میں چہل قدمی

(A Random Walk in Physics)

پی ایغ۔ ژِلّے دی ژینی

(Pierre-Gilles de Gennes)

کالج ڈی فرانس، پیرس

(College de France, Paris)



© ICTP Photo Archives

بہت عرصہ پہلے ایک دفعہ کا ذکر ہے کہ ایک نوجوان طبیعیات کا دلدادہ تھا۔ اس نے اے کاسلر[i] (A. Kastler) سے بصریات (Optics) اور پی ایغ ایگغاں[ii] (Pierre Aigrain) سے مادے کی ٹھوس حالت (Solid State) کے متعلق کچھ علم حاصل کرلیا تھا۔ پھر اس کی ملاقات ایک سحر انگیز شخصیت آر۔ پی۔ فائن مین[iii] (R. P. Feynman) سے ہوگئی۔ حقیقت یہ ہے کہ اس نوجوان نے فائن مین کو کبھی جیتا جاگتا نہیں دیکھا تھا، بلکہ اس کی ملاقات اس کے ان مقالات کے ذریعے ہوئی جو اس نے سپر سیال ہیلیم (superfluid helium)، گھومنے والے پرزوں (rotors) اور بھنوروں (vortices) کے بارے میں لکھے تھے۔ فائن مین نظریاتی سائنس کا ایک ماہر (theorist) تھا جو مساوات حل کرنے میں تو مہارت رکھتا تھا لیکن اس کی نظر ان مساواتوں سے بہت آگے تک تھی۔ فائن مین کے اس مطالعہ نے ہمارے نوجوان کو مکمل طور پر بدل کے رکھ دیا۔

اس کے بعد وہ نوجوان ایک تحقیقاتی گروپ کا نظریاتی کام کے لیے معاون بن گیا۔ یہ گروپ ٹھوس اور مائع مادوں سے ٹکرا کر بکھرنے والے نیوٹرونز (neutrons) کا مطالعہ کر رہا تھا۔ اس تجربے نے اسے مائعات کے نظام میں ہم ربطی (correlations) اور مقناطیسی نظاموں میں ہم ربطی پر کام کرنے کی طرف مائل کیا۔ یہ کوئی غیر معمولی کام نہیں تھا، البتہ یہ میدان تعلیمی اعتبار سے اچھا تھا۔

بعد میں وہ ایک نوجوان پروفیسر کے طور پر پیرس کے نزدیک ایک نئی قائم ہونے والی اورسے (Orsay)

یونیورسٹی میں چلا گیا جہاں اُس نے یہ حماقت کی ایک نظریاتی سائنسدان ہوتے ہوئے ایک تجرباتی گروپ قائم کرلیا اور تجربے کے لیے اس نے سپر موصلیت (superconductors) کا انتخاب کیا۔ اس وقت حالات بڑے خراب تھے۔ اُس لیبارٹری کے لیے جگہ مناسب نہیں تھی اور تجربات میں بھی بہت سی مشکلات تھیں۔ بہر حال کچھ اچھے عوامل بھی تھے۔ اس تجربہ گاہ سے اس گروپ نے کچھ اچھے نتائج حاصل کیے۔ یہ نتائج ''سرفیس فیلڈ ہیلیم -3'' (surface field He^3) اور گیپ لیس سپر موصل (gapless superconductors) سے تعلق رکھتے تھے۔

بعد از اں سپر موصلیت ایک بھاری صنعت بن گئی اور اس صنعت کے لیے ایسے افراد کی ضرورت تھی جن کا ماضی دھاتوں کی اعلیٰ جانکاری کا حامل ہو۔ چنانچہ ہمارے نوجوان نے یہ میدان چھوڑ دیا اور اپنے ساتھ اپنے بہت سے پرانے طلبہ کو بھی لے گیا۔ یہ سب تجربات کے ایک اور زرخیز میدان کی طرف جا نکلے۔ اس دفعہ انہوں نے مائع قلموں (liquid crystals) کا انتخاب کیا۔ یہ کوئی آسان تبدیلی نہیں تھی بلکہ پورا ماحول، آلات اور سوچ کی راہیں بالکل مختلف تھیں، لیکن انھوں نے دوسری لگ بھگ سات اور ٹیموں کو اپنے ساتھ کام کرنے پر آمادہ کر لیا۔ اس طرح انھیں کئی نئی تکنیکیں (techniques) میسر آ گئیں۔ کیمیا (chemistry)، قلمیات (crystallography)، بصریات (optics)، نیوکلیائی تشدید (nuclear resonance)، قلموں میں موجود ایٹموں کی ترتیب میں نقائص کی سائنس (defect science) اور کچھ نظریاتی طبیعیات بھی۔ ان تجربات نے عمل کی مضبوط بنیادیں فراہم کیں اور کئی نئی دلچسپ چیزیں سامنے آئیں۔

ایک بار پھر اس نے اپنا راستہ تبدیل کیا اور کثیر سالمی مرکبات کی سائنس (polymer science) کو اپنی توجہ کا مرکز بنالیا۔ اس دفعہ اس کام میں تین اداروں، پیرس کے کالج ڈی فرانس، سٹراسبرگ (Strasbourg) کے پولیمر سینٹر (Polymer Center) اور سیکلے (Saclay) کے نیوٹرون سینٹر نے ایک دوسرے کے ساتھ تعاون کیا۔ اس کام سے فارغ ہو کر ایک بار پھر اس نے اپنی تحقیق کے لیے نئے میدان کا انتخاب کیا۔ اس دفعہ اس نے چپکنے اور گیلی کرنے والی اشیا کو اپنی توجہ کا مرکز بنایا۔ انھیں کنٹرول کرنے کی سائنس، سطح مشترکہ سائنس (interfacial science) کہلاتی ہے۔ اس تحقیق کے دوران نظریاتی سائنسدانوں اور تجربات کرنے والوں کے درمیان قریبی تعاون رہا۔ ہر گروپ میں ایک نظریاتی اور پانچ تجربہ کرنے والے سائنسدان رکھے گئے تھے۔

اب ہمارا جوان بوڑھا ہو چکا ہے۔ مگر اب بھی وہ نئے ساتھی تلاش کرنے کے خواب دیکھتا ہے۔ چونکہ اب وہ پہلی بار ایک طبی ماحول میں کام کر رہا ہے، اس لیے اس نے حیاتیات کے مختلف موضوعات میں دلچسپی لینا شروع کر دی ہے۔ ان میں (ا) خلیوں کا چپکنا اور ان کی حرکت اور (ب) دماغ میں یادداشت کے حصوں

کی خصوصیات شامل ہیں۔ جیسا کہ پریوں کی تمام داستانوں میں ہوتا ہے اسی طرح اب اُس شخص کے سات بچے اور کئی پوتے پوتیاں ہیں۔ وہ آج بھی اسی طرح طبیعیات سے محبت رکھتا ہے بشرطیکہ وہ نظریے اور تجربے کا معقول امتزاج ہو۔

حواشی

* **تعارف:** پی ایغ۔ ﭙلّے دی ینیی(Pierre-Gilles de Gennes) (1932ء–2007ء) فرانسیسی طبیعیات دان تھے۔ انھوں نے نیوٹرونز کے انتشار، مقناطیسیت، مائع قلموں اور کثیر سالمی مرکبات پر اساسی نوعیت کی تحقیق کی۔ انہیں 1991ء میں طبیعیات کا نوبل انعام پیچیدہ نظاموں میں موجود ترتیب (order) کی تشریح کرنے پر دیا گیا۔

(i)۔ ایلفرڈ کاسلر (A.Kastler) دیکھیے صفحہ نمبر 82۔

(ii)۔ پی ایغ ایگغاں(P. Aigrain) (1924ء–2002ء) فرانسیسی طبیعیات دان تھے۔ انھوں نے ٹھوس مادہ کی طبیعیات میں بڑا اہم نوعیت کا کام کیا۔ ان کے نام پر ایک فرانس میں قائم لیبارٹری میں نینو طبیعیات (nano-physics) پر تحقیق کی جاتی ہے۔

(iii)۔ رچرڈ پی۔ فائن مین(Richard P. Feynman) دیکھیے صفحہ نمبر 86

طبیعیات کی شمع کو روشن کرنا اور جلائے رکھنا

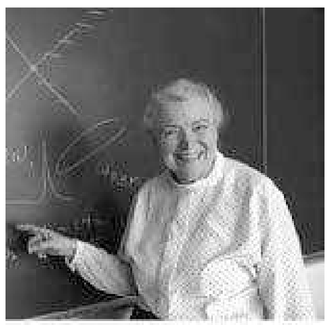
(Kindling and Sustaining Physics)

ملڈرڈ ایس۔ ڈریسل ہاؤس*

(Mildred S. Dresselhaus)

میساچوسیٹس انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، امریکا

(Massachusetts Institute of Technology, USA)



© Courtesy of Donna Coveney (MIT)

بچپن میں مجھے موسیقی کے ذریعے سائنس کا تعارف حاصل ہوا۔ جب میں گرین وچ ہاؤس (Greenwich House) میوزک سکول میں ایک وظیفہ یافتہ طالبہ کی حیثیت سے وائلن سیکھ رہی تھی تب پہلی مرتبہ میری ایسے لوگوں سے شناسائی ہوئی جن کے بڑے دلچسپ پیشے تھے۔ یہیں پر میری ملاقات ان بچوں اور ان کے والدین سے ہوئی جو آرام دہ زندگی گزار رہے تھے اور جن کا مستقبل شاندار تھا۔ وہ اس نچلے طبقے سے بہت مختلف تھے جس میں، میں پروان چڑھی تھی۔ اس موسیقی کے سکول کے ماحول سے اور پال ڈی کریوف (i) (Paul De Kruif) کی کتاب ''مائیکروب ہنٹرز'' (Microbe Hunters) جیسی کتابوں کے مطالعے سے مجھ میں آگے بڑھنے کا جذبہ پیدا ہوا جس کی وجہ سے میں نے ریاضی اور سائنس کے مضامین کی خود تدریسی شروع کر دی۔ اس کا فائدہ یہ ہوا کہ مجھے ہنٹر کالج (Hunter College) ہائی سکول میں داخلہ مل گیا جو اس وقت نیویارک شہر میں لڑکیوں کے لیے اعلیٰ معیار کا واحد پبلک سکول تھا۔ اس سکول میں تعلیم سے مجھے کالج میں داخلے سے پہلے ایک مضبوط تعلیمی پروگرام تک رسائی حاصل ہوگئی۔

نیویارک سٹی کے ہنٹر کالج کے اساتذہ کی حوصلہ افزائی کی بدولت میں طبیعیات کی طرف مائل ہوئی۔ اِسی کالج سے میں نے سکول ٹیچر بننے کے لیے میٹریکولیشن کی اور یہیں میری پہلی بار ملاقات روزلین یالو (ii) (Rosalyn Yalow) سے ہوئی جو مجھ سے دس سال بڑی تھیں اور ہنٹر کالج میں تعلیم کے دوسرے سال انھوں نے مجھے جدید طبیعیات (Modern Physics) پر ایک کورس پڑھایا تھا۔ انھوں نے اس کورس کے دوران طبیعیات میں میری دلچسپی کو بہت بڑھایا۔ پروفیسر روزلین یالو نے مجھے بے حد متاثر کیا اور اس بات کی حوصلہ

افزائی کی کہ میں طبیعیات دان بنوں اور طبیعیات میں گریجویٹ درجہ کی تعلیم حاصل کروں۔ میری گریجویٹ تعلیم فل برائٹ(Fullbright) وظیفے کی بدولت کیمبرج یونیورسٹی میں شروع ہوئی، اس کے بعد ہارورڈ(Harvard) یونیورسٹی اور پھر شکاگو یونیورسٹی تک جاری رہی۔ شکاگو یونیورسٹی میں پی ایچ ڈی کے لیے طلبہ خود آزادانہ طور پر کام کرتے تھے، لیکن میرے معاملے میں یہ تعلیم زیادہ ہی آزاد تھی کیونکہ میرے مقالے کے برائے نام مشیر (advisor) خواتین کے طبیعیات پڑھنے پر یقین نہیں رکھتے تھے۔ میرے طبیعیات دان بننے کی راہ دو باتوں نے ہموار کردی۔ اُن میں سے ایک تو یہ تھی کہ میرے پی ایچ ڈی کے کام (1958ء) میں یہ دریافت شامل تھی کہ سپر موصل پر مائیکرو ویو کی سطحی مزاحمت کا مقناطیسی فیلڈ پر انحصار بہت زیادہ خلاف معمول ہوتا ہے (highly anamolous magnetic field dependence of the microwave surface impendence of a superconductor)۔ اس بات کی وضاحت 1957ء کے بارڈین (Bardeen)[iii]، کوپر (Cooper) اور شیریفر (Schrieffer)(BCS) کے نظریہ برائے سپر موصلیت (superconductivity) سے نہیں ہوسکتی تھی۔ میرے طبیعیات دان بننے کی دوسری وجہ یہ تھی کہ 1957ء میں پہلے خلائی سیارے سپٹنک (Sputnik)[iv] کے منظر عام پر آنے کی وجہ سے طبیعیاتی سائنس میں تحقیق کے لیے وفاق نے رقم بڑھا دی تھی، جس سے اس شعبے میں کام کرنے کی آسانیاں بڑھ گئی تھیں۔

1958ء میں میری جینے ڈریسل ہاؤس (Gene Dresselhaus) سے شادی ہوئی اور ڈاکٹریٹ کے بعد مجھے نیشنل سائنس فاؤنڈیشن (NSF) کی طرف سے فیلوشپ ملی جو مجھے میرے شوہر کے پاس کارنل (Cornell) یونیورسٹی لے آئی۔ میرے بعد از پی ایچ ڈی کے وظیفہ سے مجھے مزید دو سال تک سوپر موصلیت پر مائیکرو ویو کے اثرات کا مطالعہ جاری رکھنے کا موقع مل گیا۔ اور کارنل میں تیسرے سال کے طلبا کو برقی مقناطیسی نظریہ (electromagnetic theory) کا کورس پڑھانے کا تجربہ حاصل ہوا لیکن جب NSF فیلوشپ کے دو سال مکمل ہو گئے تو میرے لیے کارنل میں ہی نہیں بلکہ نیویارک سٹیٹ کے شہر اِیتھا کا (Ithaca) میں ملازمت کا کوئی موقع نہیں تھا۔ اس لیے جینے ڈریسل ہاؤس اور میں کارنل سے میساچوسیٹس انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی کی لنکن لیبارٹری میں آ گئے جہاں ہم دونوں کو ملازمت مل گئی تھی۔ اُس وقت یہ ایک غیر معمولی بات تھی، کیونکہ ایک ہی خاندان کے دو ارکان کو کسی ایک ادارے میں اعلیٰ عہدے پر رکھنے سے روکنے کے لیے وہ قوانین بڑی سختی کے ساتھ نافذ تھے جنھیں اقربا پروری کی روک تھام کے قوانین کا نام دیا گیا تھا۔

میں نے لنکن لیبارٹری میں جو سات سال گزارے وہ سائنسی اعتبار سے بہت بارآور ثابت ہوئے۔ اسی عرصے کے دوران میں نے کاربن کی سائنس پر تحقیق شروع کی اور مقناطیسی انعکاس کی تکنیک استعمال کرتے

ہوئے گریفائٹ کی برقیاتی بناوٹ(electronic structure) کو دریافت کیا۔مگر میرے چار بچوں کی پیدائش نے نہ صرف اس سائنسی کام کو آگے بڑھانے سے روک دیا بلکہ کام کے اوقات میں، صبح آٹھ بجے لیبارٹری پہنچنے کی جو پابندی شامل تھی میرے لیے اس پر سختی سے عمل کرنا ممکن نہیں رہا۔ پھر اوقات کی پابندی نہ کرنے پر جو پوچھ گچھ ہوتی تھی اس نے مجھے 1967ء میں مجبور کر دیا کہ میں میساچوسیٹس انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی(MIT) میں مہمان پروفیسر کی ملازمت قبول کرلوں۔اس تبدیلی کے محرکات میں یہ خیال بھی شامل تھا کہ ایک سال تک بچوں کی دیکھ بھال کے بعد میں اوقات کار کی پابندی کرنے کے لائق ہو جاؤں گی، مگر سابقہ عہدے پر واپس جانے کا مرحلہ ہی نہیں آیا اور میرے کام کو دیکھتے ہوئے مجھے MIT میں الیکٹریکل انجینئرنگ کے کل وقتی پروفیسر کا عہدہ مل گیا۔ پچھلے 45 برسوں سے میں اسی عہدے پر کام کر رہی ہوں۔اس دوران میں نے پی ایچ ڈی کے 65 طلبہ اور بعداز پی ایچ ڈی کے تیس افراد کی راہنمائی کی ہے اور ان کے علاوہ یہاں بیٹھ کر ہی میں نے دنیا بھر میں بہت سے شریک کاروں کے ساتھ تحقیقی کام کیا ہے۔

میں کاربن سائنس میں اپنے کام کے حوالے سے پہچانی جاتی ہوں۔میری دریافتوں کا تعلق گریفائٹ، گریفائٹ کے ایٹموں کے درمیان جڑ جانے والے مرکبات (graphite intercalation compounds)، کاربن کے ریشوں، گریفائٹ میں آئین ایمپلانٹیشن (ion implanted graphite) اور مائع کاربن، سے رہا ہے۔حال ہی میں، میں نے فلریز(v) (fullerenes) اور کاربن نینو ٹیوبوں(iv) (nanotubes) پر بھی کام کیا ہے لیکن اس کے ساتھ ساتھ میں نے خاص طور پر کثیف مادوں کی طبیعیات کے دوسرے شعبوں میں بھی اہم کام انجام دیئے ہیں۔اس کام میں مجھے زیادہ تر جینے ڈریسل ہاؤس، بعداز ڈاکٹریٹ تحقیقی معاون(postdoc)، مہمان سائنسدانوں اور اپنی پی ایچ ڈی کے مقالہ پر کام کرنے والے گریجویٹ طلبہ کا تعاون حاصل رہا ہے۔گریفائٹ، کاربن کے ریشوں اور دوسرے موضوعات پر میں نے پہلے جو کام کیا ہے وہ حال ہی میں فلریز، کاربن نینوٹیوبوں، نینوسائنس اور نینوٹیکنالوجی میں موجودہ دلچسپی کی بدولت خصوصی توجہ کا مرکز بن گیا ہے۔کاربن نینو ٹیوبوں کے میدان میں میرا حالیہ کام یک ایٹمی دیوار والی تنہا نینو ٹیوب سے رامن طیف بینی(vii) (Raman spectroscopy) کی دریافت ہے۔یہ تکنیک پہلے سے موجود دو دریافتوں سے اخذ کی گئی تھی۔اولاً یہ کہ روشنی کے انتشار کا عمل دراصل لیزر کی توانائی اور نینوٹیوب کی الیکٹرانک حالتوں کے درمیان تشدید(resonance) سے ہوتا ہے جو نینوٹیوب کے مخصوص قطر پر ہی وقوع پذیر ہوتی ہے۔ دوسری یہ تھی کہ دھاتی اور نیم موصلاتی (semiconductor) نینوٹیوب کے درمیان فرق کو رامن طیف بینی میں بننے والی لکیروں کے فرق سے پہچانا جا سکتا ہے۔پہلے کے ان تجربات کی بدولت الگ کی ہوئی تنہا نینوٹیوب

کے رامن طیف کا کامیاب مشاہدہ ہوا۔ یہ اس لیے ممکن ہوا کہ نینو ٹیوب جیسے یک جہتی نظام کی برقیاتی حالتوں کی کثافت (electronic density of state) میں نادرعروج (singularities) موجود ہوتے ہیں۔ اور جب لیزر کی اُکسانے کی توانائی (excitation energy) مشترکہ برقیاتی حالتوں کی کثافت (joint density of electronic states) کے نادرعروج سے مطابقت کرتی ہے تو الیکٹرون - فونون (electron-phonon) کا ایک طاقتور جوڑ (coupling) وجود میں آ جاتا ہے۔ اس دریافت کی اہم بات یہ ہے کہ رامن طیف بینی کو ایک تنہا نینو ٹیوب کی جیومیٹریکل ساخت کو منفرد طور پر معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ کیونکہ برقیاتی حالتوں کی کثافت میں نادرعروج و لیزر توانائی کے ساتھ ہم آہنگ ہوتے ہیں وہ ہر نینو ٹیوب کے لیے ایک مخصوص انرجی پر ہوتی ہے جو ٹیوب کی جیومیٹریکل ساخت پر منحصر ہوتی ہے۔ ایک دیوار والی تنہا نینو ٹیوب کے رامن طیف بینی کے ہر پہلو کی وضاحت کے لیے ایک نئی طبیعیات معرضِ وجود میں آ گئی ہے۔ تنہا نینو ٹیوب کی ساخت دریافت کرنے کے اس طریقے نے نینو ٹیوبز کی دوسری طبعی خصوصیات کا مطالعہ ان کے قطر اور بناوٹ کے زاویوں کے لحاظ سے ممکن بنا دیا ہے۔

اپنی پیشہ ورانہ زندگی کے تمام عرصے میں میری توجہ کا مرکز میری تحقیق، میرا خاندان، طبیعیات اور سائنس کی وسیع برادری کی خدمت رہی ہے اور میں نے عوامی خدمت کو اپنی پیشہ ورانہ زندگی کا اہم حصہ بنائے رکھا ہے۔ اسی سلسلے میں مجھے 98-1997ء میں امریکن فزیکل سوسائٹی کا صدر اور سائنس کی ترقی کی امریکی ایسوسی ایشن (American Association for Advancement of Science) کے بورڈ کی صدر اور چیئرپرسن بنایا گیا۔ پھر میں 1992ء سے 1996ء تک نیشنل سائنس اکیڈمی کی خزانچی رہی اور اب 2003ء سے میں امریکی انسٹی ٹیوٹ آف فزکس کے بورڈ کی چیئرپرسن ہوں۔ اس کے علاوہ 2000ء میں، میں کلنٹن انتظامیہ میں یو ایس ڈیپارٹمنٹ آف انرجی کے سائنس آفس کی ڈائریکٹر رہی جو کہ اسسٹنٹ سیکریٹری کے درجہ کا عہدہ ہے۔ میں خاص طور پر خواتین کے معاملات میں پہلے میساچوسٹس کے ٹیکنالوجی انسٹی ٹیوٹ، پھر امریکا اور بعد میں عالمی پیمانے پر متحرک رہی ہوں۔

ان برسوں میں مجھے کئی ایوارڈ اور اعزازات بھی ملے۔ مجھے سائنس کا نیشنل میڈل 1990ء، امریکن فزیکل سوسائٹی کا نکلسن میڈل (Nicholson Medal) 2000ء اور امریکی انسٹی ٹیوٹ آف فزکس کا کارل ٹی کومپٹن میڈل (Karl T. Compton Medal) 2001ء میں ملا۔ مجھے اعزازی ڈاکٹریٹ کی انیس اسناد دی گئیں اور میں نے نیشنل اکیڈمی آف انجینئرنگ کی 1974ء میں، نیشنل اکیڈمی آف سائنس کی 1985ء میں، امریکن اکیڈمی آف آرٹس اور سائنسز کی 1974ء میں اور امریکن فلاسفیکل سوسائٹی کی 1995ء میں ممبرشپ حاصل کی۔

حواشی

* **تعارف:** ملڈرڈ ایس۔ ڈریسل ہاؤس(Mildred S. Dresselhaus) (پیدائش 1930ء) مشہور امریکی طبعیات دان ہیں۔ انھوں نے درس وتدریس پر زیادہ توجہ دی۔ مختلف سائنسی موضوعات پر کتابیں لکھیں۔ ان کے کئی نامور شاگرد ہیں۔

(i)۔ پال ہنری ڈی کریوف(Paul Henry De Kruif) (1890ء–1971ء) خردنی حیاتیات کے امریکی ماہر تھے۔ انھوں نے کئی کتابیں لکھیں جن میں مائیکروب ہنٹرز (Microbe Hunters) سب سے زیادہ مقبول ہوئی اور اس کتاب نے کئی نوجوانوں کو سائنس کی تعلیم حاصل کرنے کی طرف مائل کیا۔ یہ کتاب 1962ء میں شائع ہوئی تھی۔

(ii)۔ روزلین یالو(Rosalyn Yalow)، امریکی طبی طبعیات دان (1921ء–2011ء) ہیں۔ انھوں نے 1977ء میں نوبل انعام حاصل کیا تھا۔ طب میں نوبل انعام حاصل کرنے والی دوسری خاتون تھیں۔

(iii)۔ جون بارڈین(John Bardeen) (1908ء–1991ء) امریکا کے ماہر طبعیات اور الیکٹریکل انجینئر تھے۔ انھوں نے دو دفعہ نوبل انعام حاصل کیا۔ پہلا انعام 1952ء میں مشترکہ طور پر ٹرانزسٹر کی ایجاد پر اور دوسرا 1972ء میں روایتی سپر موصلیت کے نظریہ پر مشترکہ طور پر لیون کوپر(Leon Cooper) اور جان شریفر(John Schrieffer) کے ساتھ حاصل کیا۔

(iv)۔ سپٹنک (Sputnik) اوّل دنیا کا پہلا مصنوعی خلائی سیارہ تھا۔ جسے سوویت یونین نے 14 کتوبر 1957ء کو زمین سے مدار میں چھوڑا تھا۔

(v)۔ فلرین(fullerence) کاربن کے ایسے سالمے کو کہا جاتا ہے جس کی ساخت ایک کھوکھلے کرہ(hollow sphere) کی مانند ہو۔ ایسا سالمہ سب سے پہلے 1985ء میں شناخت کیا گیا جس میں کاربن کے 60 ایٹم شامل تھے۔

(vi)۔ کاربن نینو ٹیو بوں (carbon nanotubes) کاربن کے سالموں کی بہروپی اقسام (allotropes) ہیں جن کی ساخت کھوکھلے سلنڈر کی طرح ہوتی ہے اور جن کے قطر کی پیائش نینو میٹر(10^{-9}m) کے پیمانے پر ہوتی ہے۔

(vii)۔ رامن طیف بینی(Raman Spectroscopy) کا نام بھارتی طبعیات دان چندرا شیکھر ونکٹا رامن (1888ء–1970ء) کے نام پر رکھا گیا ہے۔ انھیں 1930ء میں منعکس ہونے والی روشنی کی لہروں کے طولِ موج (wave length) میں تبدیلی دریافت کرنے پر نوبل انعام ملا تھا۔ ان کی اس دریافت کو رامن انتشار (Raman Scattering) کے نام سے پہچانا جاتا ہے۔

نمبروں کا کھیل

(Playing with Numbers)

فریمین جے۔ ڈائیسن*

(Freeman J. Dyson)

ایڈوانسڈ سٹڈی انسٹیٹیوٹ، پرنسٹن، امریکا

(Institute for Advanced Study at Princeton, USA)



© Courtesy of Randall Hagadorn

میں یہ مضمون اپنے دوست اور ہیرو عبدالسلام کے اعزاز میں لکھ رہا ہوں جو بین الاقوامی مرکز برائے نظریاتی طبیعیات (International Centre for Theoretical Physics) کے بانی اور روح رواں تھے۔ سلام ایک عظیم سائنسدان، باکمال منتظم اور غریب دنیا کے دو تہائی انسانوں میں سائنس کی پیش رفت کی ایک باضمیر آواز بھی تھے۔ وہ نمبروں کے ساتھ نہیں کھیلتے تھے، ان کے پاس کرنے کے لیے اس سے زیادہ اہم کام تھے۔

جب میں بچہ تھا تو مجھے نمبروں کا کھیل پسند تھا۔ سائنس میں میری دلچسپی فطرت کے اسرار جاننے، نئے ذرات کو دریافت کرنے یا بیماریوں کا علاج ڈھونڈنے جیسے نیک مقاصد کے حصول کی خواہش کی وجہ سے نہیں پیدا ہوئی۔ میں نے کبھی کائنات کے متعلق گہرائی سے نہیں سوچا تھا۔ سائنس میرے لیے دلچسپ اس لیے تھی کہ یہ ایسے نمبروں سے بھرپور تھی جنھیں میں شمار کر سکتا تھا۔

جب میں چودہ برس کا تھا تو میں نے ہائی سکول میں ایک انعام جیتا۔ یہ انعام میری اپنی انتخاب کنندہ ایک کتاب تھی۔ میں نے جی ایچ ہارڈی (G. H. Hardy) اور ای۔ ایم رائٹ (E. M. Wright) کی کتاب ''دی تھیوری آف نمبرز'' (The Theory of Numbers) کا انتخاب کیا جو ان دنوں نئی نئی شائع ہوئی تھی۔ یہ ایک عمدہ کتاب ہے جو ایک ایسے نوجوان کی ذہنی سطح کے مطابق ہے جسے نمبروں میں دلچسپی ہو۔ میں نے اسے آغاز سے انجام تک مکمل پڑھا۔ میرا پسندیدہ باب، باب نمبر انیس بعنوان پارٹیشنز (Partitions) تھا۔

ایک نمبر n کی پارٹیشن (partition) کا مطلب ان تمام مثبت نمبروں کا ایک سیٹ (Set) ہے جن کی جمع n ہو۔ مثال کے طور پر نمبر 4 کی یہ پانچ (4,1+3,2+2,1+1+2,1+1+1+1) پارٹیشنز (partitions) بنتی ہیں۔ کتاب کا انیسواں باب پارٹیشن فنکشن p(n) سے متعلق ایسے ہی خوبصورت مسائل سے بھرا ہے جس سے p(n) کی پارٹیشنز کی کل تعداد کا پتا چلتا ہے۔ اس فنکشن (function) کی ابتدائی قدریں p(1)=1، p(2)=2، p(3)=3، p(4)=5، p(5)=7، p(6)=11 ہیں۔ اِس بارے میں انتہائی خوبصورت ریاضیاتی مسائل اور ان کے حل غیر معمولی ذہانت کے مالک بھارتی ریاضی دان رامانوجن (Ramanujan) نے کوئی بیس برس قبل دریافت کیے تھے۔ رامانوجن کے کلیئے بتاتے ہیں کہ k کی کسی بھی قیمت کے لیے p(5k+4) کو 5 سے p(7k+4) کو 7 سے اور p(11k+4) کو 11 سے تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ رامانوجن نے ان کلیوں کو p(n) کے لیے نمبروں کا ٹیبل (table) دیکھ کر ہی دریافت کر لیا تھا اور انھیں ثابت کرنے کے لیے اس نے جو ٹھوس دلائل دیئے ان کی تفصیل انیسویں باب میں موجود ہے۔ رامانوجن کا انتقال 1920ء میں، بتیس برس کی عمر میں ہوا۔ میرے لیے وہ ایک ایسی یگانہ روح ہے جسے نمبروں کے ساتھ مجھ سے زیادہ محبت تھی۔

انیسواں باب پڑھنے کے بعد میں نے 4، 9 اور 14 کی پارٹیشنز کا بغور مطالعہ کیا جو 5k+4 قسم کے پہلے تین نمبر ہیں۔ پھر میں نے سوچا کہ رامانوجن نے یہ بات خوب کہی ہے کہ متذکرہ نمبروں کی پارٹیشنز کی تعداد 5 پر تقسیم ہو سکتی ہے لیکن یہ زیادہ بہتر ہوتا اگر ہم ایک ایسا طریقہ دریافت کر سکتے جو کہ پارٹیشنز کو پانچ برابر سیٹوں میں تقسیم کر سکے۔ اس سے یہ پتا چل جاتا کہ یہ کُلیہ درست کیوں ہے۔ میں نے اپنے آپ سے سوال کیا کہ کیا ہم ہر پارٹیشن P کے لیے ایک ایسا نمبر R(P) تلاش کر سکتے ہیں جس کی خصوصیت یہ ہو کہ 5k+4 کی پارٹیشنز کو برابر کے 5 سیٹوں C(0)، C(1)، C(2)، C(3)، C(4) میں تقسیم کر سکے جبکہ C(r) ایسی پارٹیشنز کا سیٹ ہے جس کے R(P) کو 5k+r سے ظاہر کیا جا سکے، جبکہ r=0,1,2,3,4 ہو۔ میں نے R(P) کو P کی پارٹیشنز کا رینک (rank) قرار دیا۔ میں نے 5 اور 12 کی پارٹیشنز پر بھی غور کیا اور انھیں سات برابر کلاسوں (classes) میں تقسیم کرنے کی کوشش کی۔

چار سال بعد جب میں کیمبرج یونیورسٹی (Cambridge University) میں انڈر گریجویٹ طالب علم تھا تو اس وقت بھی میں پارٹیشنز پر غور و فکر کر رہا تھا۔ رینک R(P) کے کئی نمبروں کو جانچنے کے بعد آخر میں نے ایک کارآمد گُر دریافت کر لیا۔ یہ گُر بہت آسان تھا۔ P کا رینک سب سے بڑے حصّے میں سے حصوں کی تعداد کو تفریق کر کے حاصل ہوتا ہے۔ پس اس طرح یہ ثابت ہوا کہ 4 کی پارٹیشنز 4,1+3,2+2,1+1+2,1+1+1+1 کے رینک 3,1,0,-1,-3 ہوتے ہیں اور ان میں سے ہر ایک C(3)، C(1)، C(0)، C(4)، اور C(2) کا ممبر ہے۔ میں نے

یہ بھی تحقیق کی ہے کہ رینک کا یہ اصول 9 کی پاٹیشنز میں ہر سیٹ کی چھ پاٹیشنز پر اور 14 کی پاٹیشنز پر بھی لاگو ہوتا ہے جس کے ہر سیٹ میں 6 پاٹیشنز ہوں۔ اسی طرح یہ اصول 14 کی پارٹیشن پر بھی لاگو ہوتا ہے جس کے ہر سیٹ میں 27 پاٹیشنز ہوں۔ یہ اتفاقیہ نہیں ہوسکتا تھا۔ اگر آپ 14 کی پاٹیشنز کو بے ترتیب چناؤ کی بنیاد پر 5 سیٹوں میں تقسیم کر دیتے ہیں تو اِس بات کی امکانیت کہ یہ تقسیم مساوی ہے، دس ہزار میں سے ایک کے برابر ہوگی۔ 9 اور 14 کی پاٹیشنز کی چھان پھٹک کے بعد میں اس نتیجے پر پہنچا کہ رینک کے مطابق پانچ سیٹوں میں مساوی تقسیم $5k+4$ کی ہر k کے لیے لازماً کام کرے گی۔ پھر میں نے 5 کی پاٹیشنز پر غور کیا جو $5, 4+1, 3+2, 3+1+1, 2+2+1, 2+1+1+1, 1+1+1+1+1$ ہیں اور اِن کے رینک 4,2,1,0,-1,-2,-4 ہیں۔ ان میں سے ایک ایک 7k+4 کی قسم کے تمام سات سیٹوں C(7) میں شامل ہے۔ میں نے یہ بھی دیکھا کہ یہ رینک 12 کی پاٹیشنز پر بھی لاگو ہوتا ہے جو انھیں سات برابر سیٹوں میں تقسیم کر دیتا ہے جن میں سے ہر ایک سیٹ کی 11 پاٹیشنز ہیں۔ پس مجھے یقین تھا کہ ہر k کے لیے یہ اُصول 7k+5 کے پارٹیشن (Partition) پر بھی لاگو ہوگا۔ لیکن رینک کا اُصول 11k+6 کی پاٹیشنز کو 11 برابر سیٹوں میں تقسیم کرنے میں کام نہیں آتا۔ یہ 6 کی پاٹیشنز میں بھی ناکام رہا تھا، چونکہ 6 کی پاٹیشنز میں 3+3 اور 1+1+4 دونوں کا رینک 1 ہے اور ایسی کوئی پارٹیشن نہیں جس کا رینک 4 ہو۔

سال دوئم کے طالب علم کے لیے یہ کسی فتح سے کم نہیں تھا کہ اس نے ایک ایسا خوبصورت اصول دریافت کیا جس کی طرف رامانوجن کی توجہ نہیں جا سکی تھی۔ میری خواہش تھی کہ میں رامانوجن کو اپنی اس کامیابی کے متعلق بتاؤں مگر رامانوجن فوت ہو چکا تھا۔ اس کے علاوہ دو اور باتوں نے مجھے افسردہ کیا۔ ایک تو یہ کہ میں 11k+6 کے لیے رامانوجن کے مسئلے کی کوئی وضاحت پیش نہ کر سکا تھا، دوسری یہ کہ مسلسل بہت سی کوششوں کے باوجود 5k+4 اور 7k+5 کی پاٹیشنز کے لیے مساوی تقسیم کا کوئی ثبوت تلاش نہیں کر سکا۔ بالآخر میں نے کوشش چھوڑ دی اور اپنا نامکمل کام طلبہ کے میگزین یوریکا (Eureka) میں شائع کروا دیا۔ میرے مضمون کا عنوان تھا ''نظریۂ پاٹیشنز کے متعلق چند اندازے'' (Some Guesses in the Theory of Partitions) جس میں صرف مفروضے تھے اور کوئی ثبوت پیش نہیں کیا گیا تھا۔ یہ میرا پہلا شائع شدہ مضمون تھا۔ میں نے دو مفروضے بیان کیے تھے۔ انھیں میں نے رینک مفروضہ (Rank Conjecture) اور کرینک مفروضہ (Crank Conjecture) کا نام دیا تھا۔ رینک مفروضے میں بتایا گیا تھا کہ 5k+4 اور 7k+4 کی پاٹیشنز کو ان کے رینک کے ذریعے بالترتیب پانچ اور سات مساوی سیٹوں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ کرینک بتاتے ہیں کہ پاٹیشنز کی کوئی ایسی خصوصیت یقیناً موجود ہوگی جسے کرینک کہا جا سکتا ہے، جو 11k+6 کی پاٹیشنز کو 11 مساوی سیٹوں

میں تقسیم کر سکے گی۔ میں نے ان دونوں مفروضوں کی تقویت کے لیے عددی شہادت پیش کی تھی مگر مجھے اس بات کا کوئی ادراک نہیں تھا کہ کرینک کے لیے کسی معقول امیدوار کو کیسے تلاش کیا جائے۔

اس کہانی کا انجام خوشگوار رہا۔ میرے مضمون کے شائع ہونے کے گیارہ برس بعد میرے دو ریاضی دان دوستوں اولیور ایٹکن (Oliver Atkin) اور پیٹر سوینر ٹن ڈائر (Peter Swinnerton Dyer) نے رامانوجن کے کچھ ٹھوس دلائل کو لے کر رینک مفروضے کو درست ثابت کر دیا۔ اس کے چونتیس سال بعد میرے دو اور دوستوں جارج انڈریوز (George Andrews) اور فرینک گاروان (Frank Garvon) نے کرینک مفروضے کو بھی درست ثابت کیا۔ اینڈریو اور گاروان نے ثابت کیا کہ ایک ہی کرینک ان تینوں 5k+4، 7k+5، اور 11k+6 کی پارٹیشنز کو مساوی تقسیم کرتا ہے۔ انھوں نے کرینک کی عجیب وضاحت پیش کی۔ فرض کیجیے کہ ایک پارٹیشن کے s حصے ہیں۔ اب فرض کریں کہ t وہ عدد ہے جو سب سے بڑے میں سے دوسرا بڑا حصہ تفریق کرنے پر حاصل ہوتا ہے اور d کے حصول کے لیے (t+1) ویں بڑے حصے میں سے t نکالا جائے، یہ لحاظ رکھتے ہوئے کہ (t+1) واں بڑا حصہ اُس صورت میں صفر ہوگا جب (t+1) کی قیمت s سے بڑی ہو (t+1>s)۔ اب اگر t صفر سے بڑا ہو (t>o) تو کرینک d ہے اور اگر t=0 ہو تو کرینک s ہے۔ یہ جانچ بہت آسان ہے کہ کیا یہ کرینک اس صورت میں 6 کی پارٹیشنز پر لاگو ہوتی ہے۔ یہ پارٹیشنز

1+1+1+1+1+1, 2+1+1+1+1, 2+2+1+1, 2+2+2, 3+1+1+1, 3+2+1, 3+3, 4+1+1, 4+2, 5+1, 6

ہیں اور ان کے کرینک 6,0,4,3,-1,1,2,-3,-2,-4,-6 ہیں اور ان میں سے ایک C(r) کے گیارہ سیٹوں میں سے ہر ایک کے ساتھ وابستہ ہے۔ انڈریو اور گاروان نے رامانوجن کے تجزیوں کو چھاننے کے طویل مراحل طے کرنے کے بعد یہ وضاحت تلاش کی تھی۔ میں کبھی بھی اپنی بے ترتیب تفتیش کی سست رفتاری کے باعث یہاں تک پہنچنے کے قابل نہ ہوتا۔ میری خوش قسمتی ہے کہ میرے پینتالیس برس پرانے مفروضے میری زندگی میں درست ثابت ہوئے۔

اپنی تمام زندگی میں، میں نے ایک سائنسدان کی حیثیت سے ایسے مواقع تلاش کیے جن میں تھوڑی سی خوش اسلوب ریاضی ہمیں فطرت کو زیادہ بہتر طور پر سمجھنے میں مدد کر سکے۔ اس دوران میں نے طبیعیات، انجینئرنگ، فلکیات اور حیاتیات میں ایسے مسائل پائے جنھیں میں خوش اسلوب ریاضی کو استعمال کر کے حل کر سکتا تھا۔ میں نے کبھی یہ نہیں دیکھا کہ مسائل اہم ہیں یا غیر اہم۔ جب تک ریاضی کے حسن کا سحر قائم تھا تب تک میں خوش تھا۔ رامانوجن کی پارٹیشنز والے مسئلے پر میرا کام اگر چہ دوسروں کے مقابلے میں سب سے کم اہم تھا مگر سب سے خوبصورت تھا۔ جب میں نے چودہ سال کی عمر میں سکول میں انعام جیتا تو اس وقت سے بطور

سائنسدان میری زندگی شروع ہوگئی۔نمبروں کے ساتھ کھیل اس ضمن میں میرے لیے ایک اچھا آغاز ثابت ہوا۔

حواشی

تعارف:* **فریمین جے۔ڈائیسن** (Freeman J. Dyson) پیدائش: 15 دسمبر 1923ء۔ برطانوی نژاد امریکی نظریاتی طبیعیات دان اور ریاضی دان ہیں۔ان کے نام سے منسوب کئی نظریات اور ریاضیاتی طریقۂ کار مشہور ہیں جن کا اطلاق کوانٹم برقی میکانیات،ٹھوس حالت کی طبیعیات،فلکیات اور جوہری انجینئرنگ کے شعبوں میں ہوتا ہے۔انہیں طبیعیات اور ریاضی کے شعبوں میں دنیا کے 12 مشہور ایوارڈ ملے۔

حوالہ جات

- G.H. Hardy and E.M. Wright, "An Introduction to the Theory of Numbers", Oxford University Press, 1938.
- F.J. Dyson, "Some Guesses in the Theory of Partitions", Eureka, 8, 10-15 (1944).
- A.O.L. Atkin and P. Swinnerton-Dyer, "Some Properties of Partitions", Proc. London Math. Soc. (3)4 84-106 (1953).
- G.E. Andrews and F.G. Garvan, "Dyson's Crank of a Partition", Bull. Amer. Math. Soc. 18, 167-171 (1988)

زندگی بھر کی سائنسی مصروفیات

(A Life in Science)

سام ایڈورڈز*

(Sam Edwards)

کیونڈش لیبارٹری، کیمبرج، برطانیہ

(Cavendish Laboratory, Cambridge, UK)



© Courtesy of Sam Edwards

مجھے یاد ہے کہ میں ابتدائی عمر میں ہی یہ جاننے کی کوشش کیا کرتا تھا کہ چیزیں کیسے کام کرتی ہیں۔اس لیے میری زندگی میں کوئی لمحہ ایسا نہیں آیا جب میں نے خود کو سائنسدان نہ سمجھا ہو۔میرا بچپن الیکٹرانکس سے پہلے کے دور میں گزرا ہے۔ اس دور میں میرے والدین نے مجھے تعلیمی کھلونے لے کر نہیں دیئے تھے، بلکہ انھوں نے مجھے سب سے پہلے سائنسی کٹ (scientific kit) لے کر دی تھی جس کے ذریعے اصلی پرزوں کو نٹ اور بولٹ سے جوڑ کر میکانکی ماڈل اور برقیاتی ماڈل بنانا ہوتے تھے۔اور آخر میں انھوں نے مجھے کیمیا کی ایک چھوٹی لیبارٹری لے دی۔ پھر جنگ عظیم شروع ہوگئی اور اس طرح کی چیزیں ملنا بند ہوگئیں مگر اتفاق یہ ہوا کہ انھی دنوں مجھے مضبوط سائنسی روایت والے ایک شاندار سکول میں منتقل کر دیا گیا۔ یہاں میں نے محسوس کیا کہ میں ٹیکنالوجی سے زیادہ سائنس کی طرف مائل ہوں، یعنی میں انجینئرنگ میں طبیعیات کے بنیادی قوانین کے اطلاق سے زیادہ ان قوانین کو جاننے اور سمجھنے میں زیادہ دلچسپی رکھتا تھا۔اسی طرح مجھے یہ جاننے میں دلچسپی تو تھی کہ کیمیائی مرکبات بنانے کے بنیادی اسلوب کیا ہیں، مگر مجھے یہ معلوم کرنے میں کوئی دلچسپی نہیں تھی کہ کسی خاص کیمیائی مرکب یا ادویات کو کیسے تیار کیا جائے۔ بات یہ نہیں ہے کہ ان میں کیا زیادہ اہم ہے بلکہ یہ کہ آپ کس کو بہتر کر سکتے ہیں۔ مجھے اچھی طرح یاد ہے کہ ہمیں سب سے پہلے یونانی ریاضی دان یوقلیدس (Euclid) کی جیومیٹری پڑھائی گئی تھی۔ میں یہ جیومیٹری کر تو لیتا تھا مگر اس میں ہمیشہ مفروضوں سے کام لیا جاتا تھا اور یہ بات مجھے الجھاتی تھی۔ یوقلیدس کی جیومیٹری

کے بعد مجھے الجبرے اور تجزیے کے اصولوں پر مرتب ہونے والی کارٹیزین (Cartesian) جیومیٹری پڑھائی گئی۔ یہ جیومیٹری ایسی ہے کہ اس میں ایک بار آپ پر یہ واضح ہو جائے کہ آپ کیا کرنا چاہتے ہیں تو کامیابی ہمیشہ آپ کے قدم چومتی ہے۔ مجھے یہ جیومیٹری پسند آئی اور اس اعتبار سے میں کارٹیزین جیومیٹری دان ہوں۔ اس جیومیٹری میں آپ اپنے مسئلے کو اس طرح سامنے رکھتے ہیں کہ وہ آپ کو فطرت کا صحیح عکس محسوس ہو۔ پھر اس جواب کی طرف بڑھ جاتے ہیں جو ناگزیر ہو۔

سترہ برس کی عمر میں، میں یونیورسٹی گیا اور میں نے نظریاتی طبیعیات کی تعلیم حاصل کی۔ زیادہ تر طلبہ کی زندگی میں یہی ہوتا ہے کہ وہ گھومتے پھرتے بہت سے مقامات سے گزرتے ہیں۔ تجربہ حاصل کرتے ہیں اور بالآخر اپنے بعد آنے والے نوجوانوں کو اپنے تجربات منتقل کر دیتے ہیں۔ میں نے بھی یہی کیا۔ میں کہاں کہاں گیا اس کا میں ذکر نہیں کروں گا اور اپنی بات صرف سائنس تک محدود رکھوں گا۔ آپ تو جانتے ہی ہیں کہ نوجوان لوگ قدرتی طور پر مشکل اور فیشن ایبل موضوعات کی طرف مائل ہوتے ہیں۔ چنانچہ میں بھی کوانٹم برقی حرکیات [(i)] (quantum electrodynamics) کے مطالعے کی طرف مائل ہوا اور بعد میں، میں نے اسی میدان میں کچھ اہم کام بھی کیا۔ اپنے اس دور میں مجھے دو سبق ملے۔ پہلا یہ کہ نظریہ اس وقت تک بے معنی ہے جب تک اسے تجربے سے پرکھ نہ لیا جائے (کوانٹم الیکٹروڈائنامکس کو تجربے سے پرکھنا ممکن ہے)۔ دوسرا سبق یہ ملا کہ بعض افراد ایسی صلاحیت کے مالک ہوتے ہیں جو عام نہیں ہوتی۔ یہ لوگ کچھ چیزیں دوسروں سے بہتر کر سکتے ہیں۔ چونکہ سائنس پھلتی اور پھولتی ہی ان لوگوں کی کوششوں سے ہے جو کسی کام کو بہترین انداز میں کر سکتے ہیں، اس لیے ہر شخص کو وہی شعبہ اختیار کرنا چاہئے جس میں وہ بہترین کارکردگی کا مظاہرہ کر سکے۔ چنانچہ میں نے اپنی تحقیق کے لیے پہلے جو راہ پسند کی وہ تشاکل (symmetry) سے متعلق تھی مگر یہ مجھے مشکل معلوم ہوئی تو میں نے اس وقت تک جو ہنر حاصل کر لیا تھا اسے اس شعبے میں استعمال کرنا شروع کر دیا جس میں اس علم کا اطلاق ابھی نہیں ہوا تھا۔ یہ شعبہ ٹھوس حالت کی نظریاتی طبیعیات سے متعلق تھا، خاص طور پر "ہر طرح سے بے عیب" ٹھوس مادہ میں کجی اور ناخالص آمیزش کے اثرات کا مطالعہ۔ اس سے میں نے یہ بہت بڑا سبق سیکھا کہ سائنس کی ایک شاخ میں ہونے والی دریافتوں کو کسی دوسرے شعبے کے مسائل حل کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ چنانچہ میں نے الیکٹرون کی خصوصیات کا جو مطالعہ کیا تھا اس نے مجھے موصلیت (conductivity) کا حساب لگانے کا ایک نیا طریقہ سجھایا اور اس سارے معاملے میں زیادہ حیران کن بات یہ ہے کہ ان دونوں مسائل کی ریاضی ہو بہو وہی ہے جو لمبے سالموں (long molecules) یعنی پولیمرز کے رویے کو سمجھنے کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ اس طرح میں الیکٹرون سے متعلق ریاضی کو جسے شروڈنگر مساوات [(ii)] (Schrodinger

(equation) کہتے ہیں استعمال میں لا کر ربڑ اور ربڑ جیسے مائع کے رویے کو دریافت کرنے کے لائق ہوا۔ اسی طرح ربڑ سے متعلق ریاضی نے ہی سونے کے ساتھ تانبے کی آمیزش کے مسئلے کو حل کیا۔ اسی ریاضی کو بہت سے دوسرے لوگوں نے ایسے مسائل حل کرنے کے لیے استعمال کیا جو اگرچہ سائنسی تھے مگر ان کا طبیعیات سے کوئی تعلق نہیں تھا۔ مثلاً ریاضی نے ہی یہ مسئلہ حل کیا کہ تیل کے ذخائر والے میدان میں تیل کے کنوؤں کی جگہ کا انتخاب کیسے کیا جائے۔

میری آخری دریافت کا تعلق اس ادراک سے ہے کہ کولڈ گلاسز (cold glasses) اور دانہ دار نظام (granular system)، جیسے ایک ڈبّے میں ریت کے ذرّات، میں قریبی مماثلت پائی جاتی ہے۔ جب میں نے اس نظریے کو پیش کیا کہ دانہ دار نظام کو ریاضی میں بیان کیا جا سکتا ہے تو اسے بہت شک و شبے سے دیکھا گیا، مگر پچھلے دس برسوں میں کمپیوٹر کے ڈھیر سارے تجرباتی ماڈلوں سے یہ ثابت ہو گیا ہے کہ میرا نظریہ درست تھا۔

میرے لیے یہ بات واضح ہے کہ طبیعیات میں کئی ایسے نئے شعبے موجود ہیں جن کی تسخیر ابھی باقی ہے۔ کیا زندگی کے مختلف طریقہ کار، دماغ کے افعال، یا عالمی اقتصادی نظام کو کسی مربوط طبیعیاتی ڈھانچہ کے طور پر سمجھا جا سکتا ہے؟ کیا ماحولیات کے لیے ایسا ممکن ہے؟ یہ حل طلب سوال ہیں اور میں جانتا ہوں کہ میں اتنا بوڑھا ہو گیا ہوں کہ ان سوالوں کے حل تلاش نہیں کر سکتا، لیکن جوانوں کے لیے اب بھی کرنے کو بہت کچھ باقی ہے۔

حواشی

* **تعارف:** سام ایڈورڈز (Sam Edwards) (پیدائش 1928ء) برطانوی طبیعیات دان ہیں۔ ان کے کام کا تعلق کثیف مادے کی طبیعیات سے ہے۔ انھوں نے یہ ثابت کیا تھا کہ گلاسز (Glasses) اور جیلز (Gels) جو کہ سالماتی طور پر بے ترتیب نظام کے حامل ہوتے ہیں، اُن کی شماریاتی خصوصیات کا مطالعہ فین مین اشکال (Feynman diagrams) اور پاتھ انٹگرل (Path Integral) کی مدد سے کیا جا سکتا ہے۔ ایڈورڈز (Edwards) 35 سال تک پولی مرز (Polymers)، جیلز (Gels) اور ایسے ہی دوسرے پیچیدہ اقسام کے مادوں کے نظریاتی مطالعہ میں مصروف رہے۔

(i)۔ کوانٹم برقی حرکیات (Quantum Electrodynamics) کے ذریعے روشنی اور مادہ کے باہمی تعامل (Interaction) کی توضیح کی جاتی ہے۔ یہ پہلا نظریاتی ماڈل تھا جس میں کوانٹم میکینکس (Quantum Machenics) اور خصوصی اضافیت (Special Relativity) کے درمیان مکمل ہم آہنگی کا حصول ممکن ہوا۔

(ii)۔ کوانٹم میکینکس (Quantum Machenics) میں شروڈنگر مساوات (Schrodinger Equation) یہ وضاحت کرتی ہے کہ کسی خوردبینی طبیعیاتی نظام کی کوانٹم حالت (Quantum State) وقت کے ساتھ کیسے تبدیل ہوتی ہے۔ یہ مساوات 1925ء میں آسٹریا کے طبیعیات دان اِرون شروڈنگر (Erwin Schrodinger) نے مرتب کی اور 1926ء میں پہلی دفعہ اس کی اشاعت ہوئی۔

میں یہاں سے وہاں تک کیسے پہنچا؟

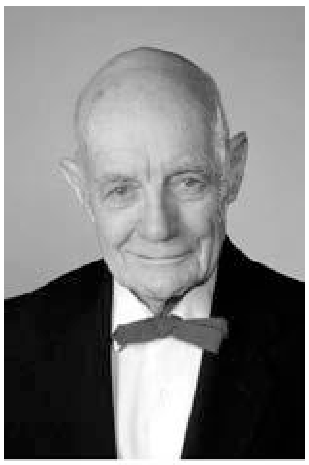
(How did I get from here to there)

جان بی۔ فن*

(John B. Fenn)

ورجینیا کامن ویلتھ یونیورسٹی، امریکا

(Virginia Common Wealth University, USA)



© Courtesy of Allen Jones, VCU Creative Services

''آپ وہاں سے یہاں تک کیسے پہنچے؟'' یہ سوال ہر اُس شخص سے پوچھا جاتا ہے جس نے کچھ ایسا کیا ہو جسے ''کامیابی'' کہتے ہیں۔ اس سوال میں یہ فرض کرلیا جاتا ہے کہ کامیابی کے حصول کے لیے کوئی ایسی عقلی وضاحت موجود ہے، جسے اگر ایک بار سمجھ لیا جائے تو اس سے دوسروں کو بھی ''کامیاب'' ہونے میں مدد مل سکتی ہے۔ مزید برآں اگر زیادہ تر نہیں تو بہت سارے جانوروں اور پرندوں کی انواع نے اپنے بچوں کو سکھانے کے لیے ایسے طریقے دریافت کر لیے ہیں جو ان کی بقا کے لیے ضروری ہیں۔ یہ طریقے بنیادی طور پر ''کامیابی'' کا انتہائی لازمی جزو (sine qua non) ہیں۔ درحقیقت دنیا میں حیوانات کی جتنی بھی انواع پائی جاتی ہیں، وہ اپنے بچوں کو بقا کے وہ راز سکھانے میں مصروف رہتے ہیں جو انتہائی بنیادی اعتبار سے کسی بھی بامقصد کامیابی کی بنیاد بن سکتے ہیں۔ یقیناً دوسروں کو قائل کرنے کے لیے یہ مؤثر دلیل دی جاسکتی ہے کہ فطرت بذاتِ خود بھی صرف اہلیت رکھنے والے جانداروں کو باقی رکھ کر ''کامیاب'' ہونا سکھاتی ہے۔

اب مجھ سے اور اس کتاب کے منصوبے میں شامل دوسرے شرکاء سے پوچھا گیا ہے کہ ہم یہ واضح کریں کہ ہم نے سائنس کے میدان میں کسی حد تک کامیابی کیوں اور کیسے حاصل کی۔ اس سوال کا آسان اور بہت سچا مگر انتہائی غیر تسلی بخش جواب یہ بنتا ہے کہ ''مجھے حقیقتاً کچھ معلوم نہیں!۔'' درحقیقت ورنر ہائزنبرگ[i] (Werner Heisenberg) کا اصول غیر یقینی (uncertainty principle)، جس پر دورِ جدید کے زیادہ تر

سائنسدان یقین رکھتے ہیں، اس بات پر زور دیتا ہے کہ کسی بھی ایٹم یا سالمے کے آئیندہ کے طبعی رویے کی تفصیلی پیش گوئی کرنا ناممکنات میں سے ہے۔اس کی وجہ یہ ہے کہ جونہی کسی انفرادی ذرے کی طبعی روش کے متعلق تفتیش کا عمل کیا جاتا ہے تو لامحالہ اس کی طبعی روش پر اس تفتیشی عمل کے اثرات مرتب ہوجاتے ہیں۔یقیناً یہ سمجھا جا سکتا ہے کہ ورنر ہائز نبرگ کا اصولِ ''غیر یقینی'' اور سگمنڈ فرائیڈ[ii] (Sigmund Freuds') کا ''لاشعوری ذہن'' کا نظریہ ایک دوسرے کے مماثل ہیں، جس کے تحت کسی انسان کے رویے کو دماغی افعال اس طرح کنٹرول کرتے ہیں کہ اس شخص کو خبر بھی نہیں ہوتی۔

خوش قسمتی سے افراد کے کسی بڑے گروپ کی عمومی روش کی پیش گوئی سائنسی طور پر کافی حد تک درست انداز میں کی جاسکتی ہے۔ کیونکہ جب ہم بڑی تعداد میں افراد کی روش کو دیکھتے ہیں تو انفرادی سطح کی بے قاعدگیاں (غیر یقینی روش) اوسط نکالنے کی وجہ سے ختم ہوجاتی ہیں اور اجتماعی طبعی روش کی صورت حال واضح ہوجاتی ہے۔ مزید برآں اس آبادی کا وہ جُزو جو مستقبل میں کسی خاص حیثیت کا حامل ہوگا اس کے بارے میں بھی صحیح پیش گوئی کی جاسکتی ہے مگر آبادی کے اس مخصوص جُزو میں شامل وہ مخصوص افراد جو مستقبل میں کوئی خاص حیثیت حاصل کرنے والے ہوں ان کی شناخت وقت سے پہلے نہیں ہوسکتی۔اب میں جو بیان کرنے والا ہوں اس میں مَیں ان امور کو یاد کرنے کی کوشش کروں گا جو میرے خیال میں اس کی مدلل وضاحت کرسکیں کہ مجھ سے یہ سوال کیوں کیا گیا ہے کہ اس مقام پر کیسے پہنچا! لیکن میں اپنے قارئین پر زور دوں گا کہ میں جو کہوں وہ اسے حصول کامیابی کا کوئی مجرب نسخہ سمجھنے سے گریز کریں اور اسے محض میری خوش قسمتی سمجھیں۔ جیسے اکثر کہا جاتا ہے کہ ''ایک آدمی کا لحمیاتی کھانا کسی دوسرے کے لیے زہر قاتل ہوسکتا ہے''۔

میرے والد ایک ایسے زرعی فارم پر پروان چڑھے جو ان کے والد کی ملکیت تو نہیں تھا مگر وہ اس کے منتظم تھے۔ میرا تجربہ یہ ہے کہ جو لوگ فارم پر پلتے ہیں وہ بہت باتدبیر ہوتے ہیں، کیونکہ وہ اکثر ''ماہرین'' کی مدد کے بغیر ہی مسائل حل کرنے پر مجبور ہوجاتے ہیں۔ میرے کچھ دوست جو یونیورسٹیوں میں تجرباتی تحقیق کررہے ہیں، اس بات پر زور دیتے ہیں کہ وہ اپنی لیبارٹریوں میں خصوصی طور پر ان گریجویٹ طلبہ کو خوش آمدید کہیں گے جن کی پرورش فارم پر ہوئی ہو۔ ان کے خیال میں ایسے طلبہ شہر میں پروان چڑھنے والے طلبہ کی نسبت تجربات میں درپیش مسائل یا سائنسی آلات کے ساتھ بہتر انداز میں نپٹ سکتے ہیں! میں جانتا ہوں کہ میرے والد بے انتہا لائق اور ہنرمند تھے۔ان کی کارکردگی دیکھ کر یوں لگتا تھا کہ وہ تقریباً ہر میکانکی یا بجلی کی خراب شدہ اشیا درست کرنے کے قابل تھے۔ یہ سچ ہے کہ ان کی کالج کی ڈگری الیکٹریکل انجینئرنگ میں تھی، لیکن مجھے پختہ یقین ہے کہ ان کی لیاقت، ان کی باقاعدہ تعلیم کی بدولت نہیں بلکہ اس تجربے کی مرہون منت تھی

جوانھوں نے فارم پر پروان چڑھتے ہوئے حاصل کیا تھا۔ میں جانتا ہوں کہ میرے بچپن سے لے کر جوانی تک میرا پختہ یقین تھا کہ میرے والد کچھ بھی ٹھیک کرنے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔ان کی صلاحیت بطور کارپینٹر، میکینک، الیکٹریشن اور فوٹوگرافر کسی معمولی درجے کی نہیں تھی اور انھیں موسیقی سے بھی خاص لگاؤ تھا۔ ہمارا تہہ خانہ سالہاسال سے جمع شدہ رسالوں، "پاپولر میکینکس"(Popular Mechanism) اور "پاپولر سائنس منتھلی" (Popular Science Monthly) کے شماروں کی آماجگاہ تھا جنھیں میں نے ایک بار نہیں بلکہ متعدد بار پڑھا تھا۔ میری والدہ بھی انتہائی ذہین اور سب کا خیال رکھنے والی خاتون تھیں۔ وہ ایک دیہی علاقے کے ڈاکٹر کے دس بچوں میں سے ساتویں تھیں اور اس بات پر یقین کامل رکھتی تھیں کہ جب بچے گھر لوٹیں تو ماں کو گھر پر موجود ہونا چاہیے۔ چنانچہ جب میں اور میرا چھوٹا بھائی نارمن جو مجھ سے تین سال چھوٹا مگر قد میں بڑا اور بہت مضبوط تھا، سہ پہر کو سکول سے گھر واپس آتے تھے تو والدہ گھر پر منتظر ہوتی تھیں۔ وہ کتابوں کی بہت دلدادہ تھیں اور اپنے بچوں کو گھنٹوں کتابیں پڑھ کر سناتی تھیں، اور ان کے سکولوں میں والدین اور اساتذہ ایسوسی ایشنوں کی سرگرم رکن تھیں۔ وہ میرے والد سے زیادہ آزاد خیال تھیں اور ''پنک''[iii](pink) سمجھے جانے والی مطبوعات، ''دی نیشن''(The Nation)اور'' دی کرسچین سینچری''(The Christian Century)خریدتی تھیں۔ میں بھی اپنی والدہ کی طرح کتابوں کا دلدادہ تھا۔ پانچویں گریڈ سے میں تواتر کے ساتھ پبلک لائبریری کا'' گاہک'' تھا اور ہفتے میں اوسطاً تین یا چار کتابیں پڑھ لیا کرتا تھا تاوقتیکہ میں نے کالج کی تعلیم مکمل کر لی۔ ابتدائی ایام کی کتابوں میں سے مجھے ایک کتاب''سٹوریز آف ایوری ڈے ونڈرز'' (Stories of Everyday Wonders)یعنی''روزمرہ زندگی کے عجائبات'' آج بھی یاد ہے۔ جب میں سونے کے لیے لیٹتا تو میرے والدین اس میں سے مجھے کہانیاں پڑھ کر سنایا کرتے تھے۔ان میں بہت سارے پیچیدہ اور انوکھے نظاموں کی نقشہ کشی اور وضاحت کی گئی تھی جو ہماری زندگی کی اہم ضرورتوں کو پورا کرتے ہیں اور جنھیں ہم اکثر معمولات میں شمار کرتے ہوئے کوئی اہمیت نہیں دیتے، جیسے گھروں میں دستیاب گرم اور ٹھنڈا پانی، بجلی، گیس، کوئلہ اور برف کے بلاک جو ریفریجریٹر کے آنے سے پہلے خوراک اور مشروب کو ٹھنڈا رکھتے تھے۔ جب میں تقریباً سات یا آٹھ سال کا تھا تو میرے والد اور والدہ نے ہمارے لیے بیس جلدوں پر مشتمل انسائیکلو پیڈیا''دی بک آف نالج''(The Book of Knowledge) خریدی جس پر انھوں نے اپنی آمدنی کا ایک بڑا حصہ خرچ کیا۔ میں ان کتابوں سے اتنا مسحور ہوا کہ میں اکثر بغیر کسی مبالغہ کے کہتا ہوں کہ''میں کالج میں بک آف نالج!(Book of knowledge) کے بل بوتے پر پاس ہوا!۔''

میری زندگی کے پہلے دس سال نیوجرسی کے شہر ہیکن سیک(Hackensack) میں گزرے۔ یہ شہر

نیو یارک سٹی (New York City) سے دس میل کے فاصلے پر تھا۔ میرے والد نیو جرسی کے ہی ایک قریبی شہر لوڈی (Lodi) میں ایک چھوٹی کمپنی کے مینجر تھے جس کا کام کپاس کی گانٹھوں کو نمی سے بچانے کا بندوبست کرنا (water proofing) تھا۔ یہ کمپنی فروخت کر دی گئی اور نئے مالکان نے آتے ہی 1926ء میں میرے والد صاحب کو برطرف کر دیا۔ پچاس برس کے قریب عمر ہونے کی وجہ سے انھیں ایسی کوئی اور ملازمت ملنا محال تھا، چنانچہ انھوں نے نزدیک ہی نیو جرسی کے شہر ٹیٹر بورو (Teterboro) کی فوکر طیارہ کمپنی میں نقشہ نویس کی عارضی نوکری اختیار کر کے گھر کا خرچ چلانا شروع کر دیا۔ ان کا یہ اقدام عظیم اقتصادی بحران کی آمد سے پہلے میرے جیسے نوجوان کے لیے ایک ناقابل فراموش سبق تھا اور اس سے میں نے جان لیا کہ کسی بھی پیشے میں ہنر حاصل کر لینا مشکل حالات میں کتنا معاون اور قابل بھروسہ متبادل ذریعہ معاش ثابت ہوتا ہے۔ اسی بات کو مدنظر رکھتے ہوئے میں نے ویلڈنگ کے سکول میں داخلہ لیا اور سند یافتہ الیکٹرک ویلڈر بن گیا! 1928ء میں ہم کنٹکی (Kentucky) کے شہر بیریا (Berea) منتقل ہو گئے۔ یہاں ''بیریا کالج اور الائیڈ سکولز'' (Berea College and Allied Schools) کے سرکاری نام سے ایک اہم ادارہ موجود تھا جس میں سترہ سو طالب علم تھے اور انھیں مندرجہ ذیل چار ذیلی تعلیمی اداروں میں بانٹ دیا گیا تھا۔

(الف) فاؤنڈیشن جونیئر ہائی سکول جس میں طلبہ کے لیے ایک درجہ بندی کے بغیر پڑھائی والا پروگرام تھا۔ یہاں ایسے طلباء بھی جو صرف دو سال تک رسمی تعلیم حاصل کر چکے ہوں اپنی پسند کی تعلیمی رفتار کے ساتھ آٹھویں گریڈ تک جا سکتے تھے اور پھر نویں گریڈ کا منظور شدہ نصاب مکمل کرتے تھے۔

(ب) اکیڈمی، جہاں دس سے بارہ گریڈ تک کے منظور شدہ نصاب کے مطابق تعلیم دی جاتی تھی۔

(ج) عام سکول، جس میں پروگرام کے مطابق دو سال کی تعلیم کے بعد تدریس کا سرٹیفکیٹ مل جاتا تھا۔

(د) کالج، جہاں منظور شدہ پروگرام کے تحت بی۔اے تک تعلیم دی جاتی تھی، جس میں لبرل آرٹس اور سائنسز شامل تھے۔ اس کے ساتھ ساتھ ہوم اکنامکس اور زراعت میں بی۔ایس کی ڈگری بھی دی جاتی تھی۔

میرے والد کی نئی ملازمت اس تعلیمی ادارے میں فاؤنڈیشن سکول اور اکیڈمی کے صنعتی آرٹس کے شعبے میں آٹوموبائل میکینکس اور بجلی کے مضامین پڑھانا تھی۔ آنے والے برسوں میں والد اور والدہ دونوں بار بار کہتے کہ نیو جرسی کی ''اچھی نوکری'' کا چھوٹ جانا ان کے خاندان کے لیے سب سے عظیم رحمت ثابت ہوئی تھی۔ آج تک میں اور میرا چھوٹا بھائی ایسے ہی جذبات رکھتے ہوئے اور اس بات پر فخر کرتے ہیں کہ ہم ان خوش نصیب لوگوں میں سے ہیں جن کی پرورش ایک ایسی زبردست کمیونٹی میں ہوئی جس کے روح رواں اس کے صدر ولیم

جے۔ ہچنز (William J. Hutchins) تھے۔ ان کے بیٹے رابرٹ مینا رڈ ہچنز (Robert Maynard Hutchins) امریکا کے تعلیمی منظر نامے میں ''کراماتی نوجوان'' کہلاتے تھے۔ وہ چوبیس سال کی عمر میں ژیل (Yale) یونیورسٹی کے سیکریٹری، چھبیس سال کی عمر میں اس کے لاء سکول کے ڈین، اور اکتیس سال کی عمر میں شکاگو یونیورسٹی کے صدر بن گئے تھے۔ ان کے والد کو ان کے اپنے ادارے کے لوگ پیار سے ''ولیم جے'' کہتے تھے اور وہ حقیقتاً ایک انتہائی شریف النفس انسان تھے۔ وہ غیر معمولی حد تک دور اندیش اور دل کی گہرائیوں سے اپنے تعلیمی ادارے سے وابستہ تھے۔ ان کا علاقہ بیریا ایک ایسا منفرد سٹیج تھا، جس پر کیا جانے والا ہر کام ڈرامائی طور پر ہمیشہ جذبات افروز اور با مقصد پیغام دیتا تھا۔

اس زمانے میں ادب، فنون، سائنس یا مذہب سے وابستہ شاذ ہی کوئی نمایاں شخصیت ہوگی جو بیریا نہ آئی ہو اور جس نے ہفتہ میں تین بار منعقد ہونے والے ''متحدہ گرجا گھروں'' (United Chapels) کے اجلاس میں اپنے خیالات کا اظہار نہ کیا ہو۔ اس اجلاس میں طلبہ کی حاضری لازمی تھی جسے طلبہ کی اکثریت ناپسند کرتی تھی۔ لیکن جب میں نے کالج کے پچاسویں اجتماع (reunion) میں شرکت کی تو میرے اس وقت تک بقید حیات ہم جماعتوں میں حیرت انگیز اتفاق تھا کہ وہ مذہبی اجلاس جن سے ہم نفرت کیا کرتے تھے، ہمارے سکول کے ناقابلِ فراموش تجربات میں سب سے زیادہ یادگار ثابت ہوئے ہیں۔ بیریا کا سب سے نمایاں پہلو یہ تھا کہ وہاں پڑھنے کے لیے کوئی فیس نہیں دینی ہوتی تھی اور صرف ان طلبہ کو داخلہ ملتا تھا جو یہ ثابت کر دیتے کہ ان کے والدین ان کی فیس ادا کرنے کی استطاعت نہیں رکھتے۔ اس تعلیمی ادارے سے ملحق سبزیوں کے کھیت، ڈیری فارم، بھیڑوں کا فارم، جھاڑو بنانے کی فیکٹری اور مختلف دستکاریوں کے کارخانے جیسی متعدد ''صنعتیں'' تھیں۔ ان کو طلبہ ایک مستقل عملے کی نگرانی میں چلاتے تھے۔ یہاں ہر طالب علم کو کوئی نہ کوئی کام سونپا جاتا تھا۔ 1930ء کی دہائی میں بیریا میں رہائش اور کھانے سمیت ایک طالب علم پر اوسطاً تین سو ڈالر سالانہ کا خرچ اٹھتا تھا۔ اس خرچہ کو پورا کرنے کے لیے یہ معیار مقرر کیا گیا کہ ہر طالب علم دو گھنٹے روزانہ کام کرے گا، جس سے اس پر اٹھنے والا آدھا خرچہ پورا ہو جائے گا۔ مگر طلبہ کی ایک معقول تعداد ایسی تھی جو دو کے بجائے چار گھنٹے کام کر کے اتنا کما لیتے تھے کہ اپنے تمام اخراجات ادا کر دیں، انھیں ''آدھے دن پڑھنے والے'' کہا جاتا تھا۔

1938ء میں جب مَیں کالج میں داخل ہوا تو میں نے کیمسٹری کو بطور خصوصی مضمون پڑھنے کا فیصلہ کیا تھا۔ شاید اس کی وجہ کیمسٹری کے پروفیسر جولین کیپس (Julian Capps) کے لیے میری عقیدت اور احترام تھا۔ وہ اور ان کی دِلرُبا بیگم ہلڈا (Hilda)، ہمارے ہمسائے جارج (George) اور ایلینر بینٹ (Eleanor Bent) میرے والدین کے قریبی دوست تھے، اس لیے مجھے جولین کو اچھی طرح جاننے کا موقع ملا۔ وہ بہت

اچھے داستاں گو تھے اور ملٹن اور شیکسپیئر کے کلام کو تادیر بڑی روانی سے سناتے رہتے تھے۔ ان کا مزاح کا ذوق بھی بہت عمدہ تھا۔ ان کے پاس ہر طرح کی معلومات کا حیران کن ذخیرہ تھا جس میں تاریخ فطرت (natural history) سے لے کر صابن بنانے کے طریقے شامل تھے۔ اور اگر مجھے اپنے فیصلے کے متعلق کچھ شکوک وشبہات ہو سکتے تھے تو وہ ان کے سالِ اوّل کے طلبہ کے لیے کیمسٹری کے کورس نے دور کر دیئے۔ وہ بڑے شاندار اُستاد تھے۔ چونکہ انھوں نے انڈسٹری میں بھی کام کیا تھا، اس لیے وہ اپنی کلاس میں جو پڑھاتے اس کا تعلق تجارت اور روزمرہ کی زندگی سے جوڑ کر اس مضمون کی زندہ تصویر کشی کر دیتے تھے۔ اس طرح ان کا پڑھایا ہوا مضمون صرف نصابی کتاب پڑھنے کی نسبت زیادہ سمجھ میں آتا تھا۔ میں اُن کے لیکچر میں جانے کا شدت سے انتظار کرتا۔ یہ ایسا کمیاب جذبہ ہے جو آج کیمسٹری کے پہلے سال کے طلبہ میں شاید ہی ملے۔ اب زیادہ تر یونیورسٹیوں میں کیمسٹری کے تعارفی کورس کچھ اس طرح کی کٹھالی (crucible) بن گئے ہیں جس میں مضمون کی دلچسپی کو شعلہ فشاں کرنے کے بجائے خاکستر کر دیا جاتا ہے۔ آئے اووا (Iowa) اور پرڈو (Purdue) کی یونیورسٹیوں میں گرمیوں کے سیمسٹروں میں تعلیم حاصل کرنے کے بعد میں نے ژیل (Yale) کے گریجویٹ سکول میں تین سال گزارے۔ ژیل یونیورسٹی، نیو ہیون (New Haven) شہر میں واقع ہے۔ اس شہر میں گزارے ہوئے برسوں میں، مَیں مکمل طور پر لطف اندوز ہوا۔ یہ لطف کیمسٹری کی وجہ سے نہیں بلکہ کیمسٹری کے باوجود اس شہر کی بدولت تھا۔ جہاں تک کیمسٹری کا سوال ہے تو اس کے نصاب مجھے بے مزہ اور تحقیقاتی پراجیکٹ اُکتا دینے والے لگتے تھے۔ لیکن میرے اُستاد بڑے شفیق اور خیال رکھنے والے لوگ تھے۔

ژیل سے فارغ التحصیل ہونے کے بعد میں نے اگلے بارہ برس انڈسٹری میں کام کیا۔ اس دوران بیریا میں گزارے ہوئے سکول کے ایام کی خوشگوار یادیں میرے دل میں تدریس کے شعبے سے منسلک ہو کر زندگی گزارنے کی خواہش بن کر چٹکیاں لیتی رہی اور جب بالآخر میں نے پرنسٹن یونیورسٹی میں شمولیت کا عقبی دروازہ تلاش کر لیا، تو جولین کیپس کا کردار میرا راہنما بنا۔ بلاشبہ وہ ان بہت سے استادوں میں سے ایک تھے، جنھوں نے میرے والدین کے ساتھ ساتھ میری زندگی بنانے میں اہم کردار ادا کیا تھا۔ اس کے بعد میں ژیل چلا گیا اور ریٹائر ہونے تک وہیں رہا۔ بعد میں وہاں سے میں ورجینیا منتقل ہو گیا۔

قصہ مختصر، میرے لیے اور شاید بہت سے ان لوگوں کے لیے بھی جو اتنے خوش قسمت تھے کہ انھوں نے اس پھل کو چکھا ہے جسے کامیابی کہتے ہیں، یہ کامیابی میرے والدین اور ان اساتذہ کی مرہونِ منت ہے جنھوں نے ابتدائی تعلیم سے لے کر اوپر تک میری رہنمائی کی۔ میں انھیں خراج تحسین پیش کرتا ہوں۔ مجھے اعتراف ہے کہ میں بالکل خام مال تھا جسے انھوں نے سنوارا اور ایسی صورت دی جو کامیابی کا زینہ چڑھنے کے

لائق ہوگئی۔

حواشی

* **تعارف:** جان بی۔ فن (John B. Fenn) ، 2010ء -1917ء امریکا کے تجزیاتی کیمیا دان تھے۔ انھیں 2002ء میں کوچی تنا کا (Koichi Tanaka) کے ساتھ نوبل انعام کا آدھا حصّہ ملا تھا، جو اُن کے کمیتی طیف پیمائی (mass spectrometry) کے کام سے متعلق تھا۔ کوچی تنا کا (Koichi Tanaka) جاپانی انجینئر اور کیمیا دان ہیں۔

(i)۔ ورنر ہائزنبرگ (Werner Heisenberg)، 1976ء-1901ء جرمن نظریاتی طبیعیات دان تھے۔ جنھوں نے کوانٹم میکینکس (Quantum Mechanics) کی بنیاد رکھنے میں اہم کردار ادا کیا۔ ان کی وجہ شہرت ان کا اصول غیر یقینی ہے جو انھوں نے کوانٹم نظریے کے بارے میں وضع کیا تھا۔ علاوہ ازیں انھوں نے جوہری طبیعیات، ذرات کی طبیعیات (Particle Physics) اور کوانٹم فیلڈ نظریے (Quantum Field Theory) پر بھی تحقیقی کام کیے۔

(ii)۔ سگمنڈ فرائیڈ (Sigmund Freud)، 1939ء-1856ء مشہور عالم آسٹروی ماہر اعصابی نظام تھے۔ انہوں نے تحلیل نفسی کا طریقہ ایجاد کیا۔ انسانی نفسیات اور دماغی عمل کے بارے میں اُن کے نظریات نے انسانی رویّوں کو سمجھنے میں انقلابی کردار ادا کیا۔

(iii)۔ بیسیویں صدی کے آغاز میں امریکہ نئے نئے تصورات اور سیاسی فلسفوں کے اعتبار سے باقی دنیا سے آگے نکل چکا تھا۔ روشن خیالی اور عوامی طاقت کے اعتبار سے ''بائیں بازو'' (سوشلزم) کے نسبتاً معتدل نظریہ کو 'pink' کا نام دیا گیا تھا۔

سپرنوواادرسپرکشش ثقل

(Supernova and Supergravity)

ڈینیل زیڈ۔ فریڈمین*

(Daniel Z. Freedman)

میساچوسیٹس انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، امریکا

(Massachusetts Institute of Technology, USA)



© Courtesy of Charles Suggs and David Tong

مجھے نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز (ICTP) کے اس منصوبے میں شمولیت اختیار کر کے خوشی ہوئی ہے، جس کا مقصد سرگرم عمل سائنسدانوں کی زبانی یہ جاننا ہے کہ وہ کون سے محرکات تھے جو انھیں سائنس کی طرف لائے اور انھوں نے کون کون سے کلیدی کارنامے انجام دیئے ہیں۔ جہاں تک میرا تعلق ہے تو میری نظریاتی طبیعیات کو پیشے کے طور پر اپنانے کی کہانی اتنی سنسنی خیز نہیں ہے۔ مگر ہمیں سچی بات ہی بتانی چاہیے اور سچی بات یہ ہے کہ میں نے ایک ایسے متوسط خاندان میں پرورش پائی جو مالی اعتبار سے خوشحال نہیں تھا۔ میرے ماں باپ بہت محبت کرنے والے تھے، اور تعلیم کے حصول کیلئے میری حوصلہ افزائی کرتے رہتے تھے، اگر چہ ان دونوں میں سے کوئی بھی ہائی سکول سے آگے تعلیم نہیں حاصل کر سکا تھا۔ آج جب میں اپنی ہائی سکول کی تعلیم کو یاد کرتا ہوں تو مجھے ماننا پڑتا ہے کہ سائنس اور ریاضی میں مجھے کچھ قدرتی صلاحیت حاصل تھی، لیکن مجھے کوئی ایسی خاص بات یاد نہیں آ رہی جسے میں سائنس کی تعلیم حاصل کرنے کا خصوصی محرک قرار دے سکوں، بلکہ حقیقت یہ ہے کہ میں نے طبیعیات پڑھنے میں جو سال گزارا، وہ میرے لیے اطمینان بخش نہیں تھا۔ اُس وقت کا نصاب ''جدید طبیعیات'' تھا جسے تین ماہرین ڈل (Dull)، میٹکاف (Metcalf) اور بروکس (Brooks) نے مرتب کیا تھا اور جس پر طلبہ نے از راہ تفنن یہ فقرہ کسنا شروع کر دیا تھا کہ ''جدید طبیعیات ڈل (غیر دلچسپ) ہے''۔ ان حالات میں جب میں نے ہائی سکول کی تعلیم مکمل کی تو میرا ارادہ نظریاتی طبیعیات نہیں بلکہ میڈیسن کی تعلیم حاصل کرنے کا تھا۔

خوش آئند بات یہ ہے کہ جب میں ویسلیئن یونیورسٹی (Wesleyan University) کے پہلے

سال میں تھا تو میرے اندر طبیعیات سے لگاؤ نے پہلی بار آنکھ کھولی۔ ویسلیئن یونیورسٹی، امریکا کی ریاست کونیکٹی کٹ (Connecticut) میں واقع ایک لبرل آرٹس کا کالج تھا جس میں اُس وقت صرف ساڑھے چھ سو طلبہ پڑھتے تھے۔ اس زمانے میں ویسلیئن پہلے سال کے طلبہ کے ایک چھوٹے سے گروپ کو ریاضی اور طبیعیات کا ایک خاص مشترکہ پروگرام پیش کرتا تھا۔ میں نے اس پروگرام میں شامل ہونے کا فیصلہ کیا۔ اس کورس میں کیلکولس (Calculus) اور طبیعیات کی کلاسیں الگ الگ تھیں، لیکن ان میں قریبی ربط قائم تھا اور یہاں کے اُستاد بڑی لگن کے ساتھ پڑھاتے تھے۔ یہاں پہلی بار مجھے یہ جان کر بڑی حیرت ہوئی کہ طبیعیات کے مظاہر کو جامع انداز میں بیان کرنے کے لیے کیلکولس سے کام لیا جاسکتا ہے۔ پھر یہ کہ طبیعیات کے بنیادی قوانین کو ریاضی کے فارمولوں سے بیان کیا جا سکتا ہے۔ میرا خیال ہے کہ اس شکل میں یہ قوانین زیادہ سادہ، شستہ اور خوبصورت ہوجاتے ہیں۔ یہ وہ مرحلہ تھا جب میں نے بنیادی طبیعیات کو دل سے اپنالیا۔ اس کے بعد راستے میں کچھ نشیب و فراز آئے مگر میری رسمی تعلیم 1964ء میں امریکا کی شمالی وسطی ریاست وِسکانسن (Wisconsin) یونیورسٹی سے پی ایچ ڈی کی ڈگری پر مکمل ہوئی۔ ڈاکٹریٹ کے لیے میرا مقالہ تھا ''بوزان اور فرمیان کے باہمی انتشار میں ریجے پولز کا کردار'' (Regge Poles in Boson-Fermion Scattering)۔ آج اس مضمون کی اپنی اہمیت بہت کم رہ گئی ہے مگر اس سے میری تربیت اچھی ہوگئی۔

اپنی تحقیق کے دوران میں نے جو دو اہم کام کئے وہ میں آپ کے سامنے لانا چاہتا ہوں۔ ان پر ابتدائی کام میں نے 1970ء کی دہائی کے وسط میں کیا تھا۔ ان میں سے ایک تحقیق کا عملی تعلق ستاروں کے اندر ان شدید دھماکوں سے بنتا تھا جنھیں سپرنووا (supernova) دھماکوں کا نام دیا گیا ہے جبکہ دوسری کا تعلق سپر کشش ثقل کی دریافت سے تھا جس میں آئن سٹائن کے عمومی نظریۂ اضافیت (general relativity) کو سپر تشاکل (supersymmetry) سے جوڑ دیا گیا ہے۔ سپر کشش ثقل کی تحقیق میں میرا ساتھ پیٹر وان نیون ہائیزن (Peter van Nieuwenhuizen) اور سرگیو فریرا (Sergio Ferrara) نے دیا۔ اس کے نتیجے میں ایک وسیع نظریاتی ڈھانچا وجود میں آیا جس کا اطلاق زمان و مکان کے ڈھانچے پر اور ذراتی طبیعیات میں تحقیق کے لیے استعمال ہونے والے اسراع کاروں (Accelerators) پر ہوسکتا ہے جنھیں اب بنایا جا رہا ہے۔

سپرنووا پر میرے کام کا آغاز اس وقت ہوا جب کمزور اور برقی مقناطیسی قوتوں (weak nuclear and Electromegnetic forces) کے متعلق وائن برگ (Weinberg)، عبدالسلام (Salam) اور گلاشو (Glashow) کے نظریے کی تجربات سے تصدیق ہوگئی۔ اس نظریے کی خوبصورت سوچ یہ تھی کہ کمزور اور برقی قوتوں کی خصوصیات اگرچہ ایک دوسرے سے بہت مختلف ہیں مگر انھیں ایک ہی نظامِ کار (framework) میں یکجا

کیا جاسکتا ہے۔ اس نظریے میں یہ پیش گوئی کی گئی تھی کہ روایتی کمزور تعامل (مثلاً نیوٹرن سے بیٹا ذرات (beta particles) کا اخراج) دراصل بھاری برق بار ذرات کے تبادلے سے وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ اِس بھاری ذرے کو ڈبلیو۔ بوزان (W-boson)[i] کا نام دیا گیا تھا۔مگر جس بات کی توقع نہیں تھی وہ ایک نئی قسم کے کمزور تعامل کی پیش گوئی تھی ، جس میں بتایا گیا تھا کہ پروٹونز (protons) اور نیوٹرونز (neutrons) سے نیوٹرینوز (neutrinos) کے منتشر ہونے کے لیے ایسے بھاری ذرات کا تبادلہ ضروری ہے جو بے برق ہوتے ہیں۔انہیں زیڈ۔بوزان (Z-boson) کا نام دیا گیا۔ایسے تعامل جو بے برق ذرات کے باہمی تبادلے سے وقوع پذیر ہوتے ہیں،انہیں 1972ء میں تجربات سے دریافت کیا گیا تھا۔کمزور برقی تعامل کے اتصال کے نظریے کی اس تصدیق نے ذراتی طبیعات میں ایک نیا ولولہ پیدا کر دیا تھا۔

جب میں نے ذرات کے منتشر ہونے کے نظریے کی ان سادہ سی باتوں کا اطلاق کیا جنھیں میں نے گریجویٹ سکول میں سیکھا تھا تو مجھے خیال آیا کہ ایک مرکزے سے (جیسے کہ لوہے کا مرکزہ جس میں 26 پروٹونز اور 30 نیوٹرونز ہوتے ہیں)، نیوٹرینوز کے منتشر ہونے کے عمل میں مربوط اثر (coherent effect) موجود ہونے کے امکانات ہوں گے۔عام اندازِ گفتگو میں یہ کہا جاسکتا ہے کہ مربوط اثرات سے مراد یہ ہے کہ لوہے کے مرکزے سے نیوٹرینوز کے منتشر ہونے کا عمل، 26 انفرادی پروٹونز اور 30 نیوٹرونز کی نسبت لگ بھگ 56 گنا زیادہ طاقتور ہوگا۔اس وقت فلکی طبیعیات (Astrophysics) کے متعلق میرا علم محدود تھا اس لیے میں نے اپنے ساتھیوں سے اس موضوع پر بات کی اور انھوں نے مجھ سے سپرنووا کے دھماکوں کا ذکر کیا۔ستاروں کی توانائی کا منبع وہ ایٹمی تعامل ہوتا ہے جو ستاروں کے مرکز میں جاری رہتا ہے جس سے چھوٹے مرکزے باہمی انجذاب سے بڑے مرکزوں میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔اس عمل سے جو توانائی خارج ہوتی ہے وہ آہستہ آہستہ ستارے کی بیرونی سطح پر آ جاتی ہے۔اس خارج ہوتی ہوئی توانائی کو ہم ستاروں کی روشنی کی شکل میں دیکھتے ہیں۔یہ عمل لاکھوں سال تک چلتا ہے حتیٰ کہ ستارے کے مرکز کا بڑا حصہ لوہے میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ چونکہ لوہے کا مرکزہ سب سے زیادہ مضبوط ہوتا ہے اس لیے اس کے بھاری مرکزے میں مزید تبدیلی کا عمل جاری نہیں رہ سکتا۔چنانچہ ستارے کے مرکز میں ایٹمی تعامل رک جاتا ہے۔اس وقت ایسے ستاروں کے اندر غالب قوت لوہے کے ذرات کی باہمی کشش ثقل ہی رہ جاتی ہے،جس کی وجہ سے ستارے کا مرکز یکدم سکڑ کر چھوٹا ہو جاتا ہے اور وہ نیوٹرون ستارے (neutron star) یا بلیک ہول (black hole)[ii] میں تبدیل ہو جاتا ہے۔اس طرح جو توانائی خارج ہوتی ہے وہ مرکز کی بیرونی تہوں اور ستارے کے باقی ماندہ حصے کو اُڑا دیتی ہے۔ان سپرنووا دھماکوں کا مشاہدہ کیا جاسکتا ہے اور یہ منظر فلکیات کے قابلِ دید مناظر میں سے ایک ہے۔

اس عمل کے متعلق نظریہ یہ ہے کہ جب ستارے کا مرکزی حصہ سکڑنے لگتا ہے تو اس میں سے نیوٹر ینوز بڑی تعداد میں باہر نکلتے ہیں اور ان کی توانائی بیرونی تہ کی طرف منتقل ہوتی ہے جس سے دھما کا ہو جاتا ہے۔ ماہرین طبیعیات نے بڑے بڑے کمپیوٹروں کے ذریعے اس عمل کو دھرانے کی کوشش کی مگر مسئلہ یہ تھا کہ نیوٹر ینوز کے غیر مربوط انتشار سے ضرورت کے مطابق توانائی منتقل نہیں ہوتی۔ ان سے حاصل ہونے والی توانائی بہت کمزور ہوتی تھی۔ میں نے اس وقت اس بات کی نشاندہی کی کہ لوہے کے مرکزے سے ہونے والا مربوط انتشار زیادہ طاقتور ہوگا اور اس سے مسئلہ حل ہو جائے گا۔ میری تجویز کچھ سادہ لوح سی تھی کیونکہ ستاروں میں دھماکے کا عمل بڑا پیچیدہ ہوتا ہے، اس میں کوئی اکیلا اثر دوسروں پر غالب نہیں ہوتا۔ تاہم مربوط انتشار کا عمل ایک نیا اثر تھا جو حقیقتاً اہم کردار ادا کرتا ہے۔

اب ہم وقت کو آگے بڑھا کر 2004ء کی بات کرتے ہیں۔ اس وقت یہ بات تو معلوم ہو چکی ہے کہ ہماری کائنات میں توانائی کا قریباً ایک چوتھائی حصہ سرد اور تاریک مادے کی شکل میں ہے۔ یہ مادہ بے بار (neutral) ذرات سے بنتا ہے جن کا وزن مذکورہ ڈبلیو اور زیڈ بوزان سے کچھ زیادہ ہوتا ہے۔ یہ زیڈ بوزان تو نہیں ہو سکتا کیونکہ یہ غیر مستحکم ہوتا ہے۔ اس لیے یہ بات یقینی ہے کہ یہ سرد تاریک مادہ کسی ایسی نئی قسم کے مستحکم ذرات سے بنا ہوگا جن کا عام مادے سے تعامل بہت کمزور سا ہو۔ ان ذرات کی خصوصیات جاننا ایک انتہائی اہم مسئلہ ہے جن پر کائنات کی کمیّت کا اتنا بڑا حصّہ مشتمل ہے۔ یہ بات بھی یقینی ہے کہ یہ ذرات ہر وقت زمین سے گزرتے ہوں گے مگر ان کے تعامل کی صلاحیت اتنی کمزور ہے کہ ان کو شناخت کرنا ممکن نہیں ہوتا۔ تاہم تجربات جاری ہیں اور کچھ ایسے تجربات ترتیب دیئے جا رہے ہیں جن کا مقصد ان انتہائی کمزور تعامل کے مالک ذرات کو تلاش کرنا اور براہ راست سرد اور تاریک مادے کی موجودگی کی تصدیق کرنا ہے۔ ان کی تلاش کے لیے جو شناخت کنندہ آلے (detector) استعمال ہو رہے ہیں وہ جرمینیم (germanium) جیسے بھاری عناصر پر مشتمل ہیں، جن میں مربوط انتشار کا ویسا ہی عمل ہوتا ہے جیسا کہ میں نیوٹر ینوز کے حوالے سے بیان کر چکا ہوں۔ اس تجربے کے پیچھے یہ سوچ کارفرما ہے کہ سرد اور تاریک مادے کے ذرات شناخت کنندہ آلات میں سے گزر جاتے ہیں۔ اس بات کا امکان اگرچہ بہت کم ہے مگر صفر نہیں ہے کہ ان میں سے کچھ جرمینیم کے مرکزے سے مربوط طور پر منتشر ہوں گے جس سے توانائی مرکزے کو منتقل ہو جائے گی۔ اس کے زیر اثر جب مرکزہ پیچھے ہٹے گا تو اس عمل کا مشاہدہ کیا جا سکے گا۔

سپر کشش ثقل کے متعلق جو نظریات قائم کیے گئے ہیں وہ تجریدی نوعیت کے اور غیر واضح ہیں۔ اس لیے ان کی تشریح بہت مشکل کام ہے لیکن میں ان کی وضاحت کی کوشش کرتا ہوں۔ بات یہ ہے کہ 1970ء کی

دہائی کے شروع میں پہلے پہل سپر تشاکل پر مبنی کوانٹم نظریے میں پیش کئے گئے سپر تشاکل ایسے ذرات کو یکجا کرتی ہے جن کی سپِن (spin) ایک دوسرے سے مختلف ہوتی ہے۔ اسے یوں سمجھیں کہ الیکٹرون جس کی سپِن $1/_2$ ہے، اس کے لیے ایک ایسے ساتھی کی ضرورت ہوتی ہے جس کی سپِن 0 ہو اور جو سلیکٹرون(selectron) کہلاتا ہے۔ اسی طرح فوٹون کی سپِن 1 ہوتی ہے اور اس کا ساتھی وہی ہوسکتا ہے جسے فوٹینو(photino) کہتے ہیں اور جس کی سپِن $1/_2$ ہوتی ہے۔ سپر تشاکل کے ذریعے جو ذرات ایک دوسرے کے ساتھی بنتے ہیں انھیں سپر رفیق (superpartners) کہا جاتا ہے اور حقیقت یہ ہے کہ اس وقت جس قدر بنیادی ذرات معلوم ہیں ان کے متعلق یہ پیش گوئی کی جاتی ہے کہ ان سب کے بھاری کمیت والے سپر رفیق موجود ہیں۔ ان میں سے کچھ کی کمیت(mass)، توانائی کی اس مقدار کے برابر ہے جسے حاصل کرنا لارج ہیڈرون کولائیڈر (large hadron Collider)[2] نامی اسراع کار مشین سے ممکن ہے جو سوئٹزر لینڈ میں جنیوا کے قریب تعمیر ہو رہی ہے۔ اب تک یہ جان لیا گیا ہے کہ زیادہ تر بھاری سپر رفیق غیر مستحکم ہوتے ہیں لیکن ان میں سے ایک ذرہ ایسا ہے جو سپر تشاکل کی کئی متبادل صورتوں میں بھی مستحکم رہتا ہے اور یہی مستحکم ذرہ، اس سرد اور تاریک مادے کی شناخت کے لیے سب سے زیادہ موزوں سمجھا جا رہا ہے، جس کا ذکر میں پہلے کر چکا ہوں۔

سپر تشاکل کے اصول کا اطلاق کشش ثقل پر بھی ہونا چاہیے۔ جس کا مطلب یہ ہوا کہ آئن سٹائن کے عمومی اضافیت کے نظریے کے گریویٹون (graviton) جسکی سپِن 2 ہے کو ایسے رفیق کی ضرورت ہے جس کی سپِن $3/2$ ہو، جو گریویٹینو (gravitino) کہلاتا ہے۔ اِس بات کی توقع عمومی بنیادوں پر کی گئی تھی۔ چنانچہ 1974ء میں کئی ریسرچ گروپ اس کوشش میں لگے ہوئے تھے کہ وہ آئن سٹائن کے جیومیٹری پر مبنی تصورات کو وسعت دے کر ایک جامع اور انتہائی درست نظریہ سامنے لے آئیں۔ میں نے مختلف کانفرنسوں میں ان کی کاوشوں کی تفصیل سنی۔ ان کی گفتگو بڑی خوبصورت تھی لیکن ان کی تجاویز کے طبیعیاتی نکات غیر واضح تھے۔ 1975ء کے اوائل میں ہمارے گروپ نے سپر کشش ثقل تک پہنچنے کا ایک راستہ اختیار کیا۔ اس میں ہم نے ان آسان ترین طبیعیاتی اجزا سے کام لینے کی کوشش کی، یعنی ہم نے گریویٹون اور گریویٹینو کی فیلڈز کو استعمال کیا۔ ہم کئی مہینوں تک بڑی محنت سے کام کرتے رہے۔ ہم نے ان فیلڈز کی ممکنہ مساواتیں لکھیں اور یہ پتا لگانے کی کوشش کرتے رہے کہ کیا وہ سپر تشاکل کی خصوصیات کی حامل ہیں۔ آخر کار ہم نے مساواتوں کا ایک منفرد اور معقول حد تک آسان مجموعہ دریافت کر ہی لیا۔ یہ کامیابی حقیقی معنوں میں بڑی سنسنی خیز تھی۔

بعد میں عمومی سپر کشش ثقل کے متعلق کئی نظریات سامنے آئے جن میں گریویٹون اور گریویٹینو اکٹھے ہو کر سپر رُفقا کے ایسے جوڑے بناتے ہیں جن کی سپِن 0، $1/_2$ ، اور 1 ہوتی ہے، جیسے کہ اوپر بیان کیا

گیا ہے۔ان نظریات میں سُپر کشش ثقل کے ایسے خاص قسم کے اثرات موجود ہیں جن کی لارج ہیڈرون کولائیڈر (LHC) کے ذریعے تجربات کر کے تصدیق کی جاسکتی ہے۔سپر کشش ثقل پر تحقیق کا ایک اہم پہلو یہی ہے کہ اس قسم کے خاص ماڈل کی تعمیر کی جائے۔ یہ کام بہت اہم ہے مگر سپر کشش ثقل کا ایک بہت بنیادی لیکن قیاس آرائیوں پر مبنی پہلو بھی ہے، جس پر اب بات کرتے ہیں۔

اس سلسلے میں دو بڑے تصورات پیش کیے گئے ہیں۔ایک تو یہ کہ ہم اپنی کائنات کی جن چار جہتوں (یعنی تین مکانی اور ایک زمانی) سے واقف ہیں، شائد اُن کے علاوہ کچھ پوشیدہ جہتیں (dimensions) بھی موجود ہوں۔ہم انہیں اس لیے براہِ راست نہیں دیکھ سکتے کہ وہ بہت چھوٹی ہیں۔ (hidden dimensions) اس کے سادہ سے ماڈل کے طور پر ہم ایسے ننھے گولوں کا تصور باندھ سکتے ہیں جو ہمیں نظر آنے والی تین جہتی مکانیت کے ہر نقطے پر موجود ہیں۔ان گولوں کی موجودگی کا ہم اس صورت میں بالواسطہ طور پر مشاہدہ کر سکتے ہیں اگر ہمارے پاس اتنی زیادہ توانائی ہو جو ان گولوں پر مخصوص قسم کی لہروں کے اثرات مرتب کرے۔ لہروں کی ایسی انگیخت (excitations) ہماری سہ جہتی دنیا میں بھاری ذرات کی شکل میں نظر آئے گی۔طبیعیات دانوں نے اس بات کی تحقیق کی ہے کہ کیا سپر تشاکل اور سپر کشش ثقل کے تصورات کا اطلاق کثیر الجہتی دنیا پر کیا جا سکتا ہے۔انھوں نے یہ دریافت کیا کہ کسی تضاد کے بغیر، زیادہ سے زیادہ گیارہ جہتوں تک ایسا کیا جا سکتا ہے۔ان میں تین معلوم مکانی جہتیں اور وقت کی ایک معلوم جہت شامل ہے۔اس کے علاوہ سات پوشیدہ جہتیں ہو سکتی ہیں۔

دوسرا اہم تصور یہ تھا کہ مادے کی اکائیاں جو سب سے زیادہ بنیادی ہیں نقطوں کی طرح کے ذرات نہیں بلکہ تھرتھراتی ہوئی ڈوری (strings) کی مانند ہوتی ہیں اور یہ تھرتھراتی ہوئی جھلی کی طرح بھی ہو سکتی ہیں۔ ان کے متعلق جو نظریات پیش کیے گئے، ان کا تقاضا تھا کہ زمان و مکان کی دس یا گیارہ جہتیں ہوں۔اس بات کو حقیقی معنوں میں ثابت کرنے کے لیے کہ مادہ کی بنیادی شکل نقطہ نہیں بلکہ انتہائی چھوٹی یک جہتی ڈوری ہے، ''غیر یقینی'' کے اصول (uncertainty principle) کے مطابق بہت زیادہ توانائی کی ضرورت ہوگی۔کم توانائی پر کیے گئے تجربات سے ہمیں چھوٹی ڈوریاں نہیں بلکہ نقطے نظر آئیں گے۔اس وجہ سے، اگر کم توانائی کے نقطۂ نظر سے دیکھا جائے تو سپر سٹرنگ اور سپر جھلیوں کے نظریات کی وضاحت دس اور گیارہ جہتوں کی سپر کشش ثقل سے ہوتی ہے۔ان نظریات کے خدوخال جدید تحقیق کا اہم موضوع بنے ہوئے ہیں اور ہر ماہ اِن پر کئی نظریاتی مضامین شائع ہو رہے ہیں۔میرے لیے یہ بات انتہائی اطمینان بخش ہے کہ ہم نے تقریباً تیس سال پہلے سپر کشش ثقل کا جو بنیادی تصور پیش کیا تھا اس کا آج بھی وسیع پیمانے پر استعمال ہو رہا ہے اور عین ممکن ہے کہ تجربات بالآخر اس کی تصدیق کر دیں۔

حواشی

* **تعارف:** ڈینیل زیڈ۔ فریڈمین(Daniel Z. Freedman)، امریکی نظریاتی طبیعیات دان ہیں اور میساچوسیٹس انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی میں طبیعیات اوراطلاقی ریاضی پڑھاتے ہیں۔ یہ سپر کشش ثقل میں اپنے کام کی نسبت سے مشہور ہیں ۔انھوں نے 1993ء میں ڈیراک میڈل اور 2006ء میں فین مین انعام حاصل کیا تھا۔انھوں نے کوانٹم فیلڈتھیوری، کوانٹم کشش ثقل اورسپر سٹرنگ کے موضوعات پر بھی میں بھی اہم کام کیا ہے۔

(i)۔ ڈبلیو بوزان(W Boson) مادے کی ساخت کا ایک بنیادی جزو ہے جوکمزورنوکلیائی اور برقی مقناطیسی قوتوں کے یکجا کرنے کے نظریہ میں استعمال ہوااور بعد میں لیبارٹری کے اندردریافت کرلیا گیا۔

(ii)۔ بلیک ہول، خلاء میں موجود ایسے جسم کو کہتے ہیں جس کی کششِ ثقل سے روشنی سمیت کوئی چیز بچ کے نہیں نکل سکتی۔ یہ سب کو اپنے اندر جذب کرلیتا ہے۔عمومی اضافیت کے نظریے میں یہ پیش گوئی کی گئی ہے کہ جب بہت زیادہ کمیت ایک دوسرے کے ساتھ گھ جاتی ہے تو یہ زمان ومکان میں ایسی کجی لاتی ہے کہ اس سے بلیک ہول قائم ہو جاتا ہے اس بلیک ہول کے اردگرد ایک ایسی سطح ہوتی ہے جسے ریاضی کے لحاظ سے واقعاتی اُفق(Event Horizon) کہتے ہیں۔ یہ وہ مقام ہے جہاں جو چیز بھی پہنچتی ہے واپس نہیں آتی۔

(iii)۔لارج ہیڈرون کولائیڈر(Large Hadron Collider-LHC) ایک اسراع کار مشین ہے جوفرانس اور سوئٹزرلینڈ کی سرحد پر جنیوا کے قریب نصب کی گئی ہےاور یہ زمین کے اندر 27 کلومیٹر لمبی سرنگ میں موجود ہےاور 2008ء سے طبیعیات دان اس کے ذریعے ایسے تجربات کر رہے ہیں جن میں پروٹون ایک دوسرے سے تقریباً روشنی کی رفتار سے سفر کرتے ہوئے ٹکراتے ہیں۔اِس ٹکراؤ سے پیدا ہونے والی توانائی ایسے ذرات کو جنم دیتی ہے جن کا وجود کائنات کے آغاز میں تھا لیکن اب معدوم ہے۔LHC یورپی نیوکلیائی طبیعیات کے ادارے CERN کا حصہ ہے۔

تعلیم، سائنس اور حسنِ اتفاق[13]

(Education, Science and Chance)

وٹالی ایل۔ گنز برگ*

(Vitaly L. Ginzburg)

پی۔ این۔ لبیڈیف فزیکل انسٹی ٹیوٹ، ماسکو، روس

(P.N. Lebedev Physical Institute, Moscow, Russia)



© Courtesy of Maria S. Aksent'eva

میری سکول کی تعلیم اس دور میں ہوئی جو شاید روس میں ثانوی تعلیم کی تاریخ کا افسوسناک ترین زمانہ تھا۔ اس زمانے سے پہلے کے سکولوں (جن میں جمنازیم وغیرہ شامل تھے) کی صرف عمارتیں باقی تھیں۔ البتہ کئی عمر رسیدہ اور غالبًا باصلاحیت اُستاد موجود تھے۔ اس کے علاوہ ہر طرف افراتفری کا عالم تھا۔ 1931ء میں، میں نے سات سالہ سکول کی تعلیم مکمل کر لی کیونکہ اس زمانہ میں سکول کی تعلیم کے دورانیے میں سے کچھ سال منہا کر کے کارخانوں میں عام مزدور کا کام سیکھنے کی پابندی عائد کر دی گئی تھی۔ آخر کار چند سال بعد اس ناقص نظام کو بدل دیا گیا اور سکول کی تعلیم کا دورانیہ پہلے دس اور پھر گیارہ برس ہو گیا۔

موزوں تعلیمی ماحول کا فقدان، خاص طور پر میرے اپنے خاندان میں، کچھ ایسا تھا جس کی وجہ سے میرے دل میں یہ بات بیٹھ گئی کہ میں نے سکول کی تعلیم سے بہت کم سیکھا ہے۔ تاہم اس زمانے میں بھی میرے اندر طبیعیات کی لگن پیدا ہو گئی تھی۔ میں نہیں جانتا کہ ایسا کیوں اور کیسے ہوا۔ مجھے صرف اتنا یاد ہے کہ سکول کے دنوں میں یا سکول سے تعلیم کے فوری بعد میں نے او۔ ڈی۔ خولسن (O. D. Khvolson) کی کتاب ''موجودہ زمانے کی طبیعیات'' (The Physics of our Days) پڑھی اور میں اس کا گرویدہ ہو گیا۔ قصہ مختصر، اس کے بعد مجھے طبیعیات کو اختیار کرنے میں کبھی ہچکچاہٹ نہیں ہوئی تاہم مجھے نہ تو یہ یاد ہے کہ اس زمانے میں میرے اساتذہ کون تھے اور نہ میں اپنی نصابی کتب کو ہی یاد رکھ سکا ہوں۔

13۔ اس کے بارے میں مزید پڑھنے کے لیے دیکھیئے میری کتاب

"About Science, Myself and Others", IOP Bristol, 2004

سکول سے تعلیم مکمل کرنے کے بعد میں نے کسی نہ کسی طرح ماسکوایوننگ مشین بلڈنگ انسٹی ٹیوٹ (Moscow Evening Machine-Building Institute) میں لیبارٹری اسسٹنٹ کی ملازمت حاصل کر لی۔ شروع میں مجھے ادارہ برائے غیر آہنی دھات کاری(Institute of Nonferrous Metallurgy) کی اے۔اے۔ بوخوار لیبارٹری (A. A. Bochvar's laboratory) میں تربیت دی گئی اور اس کے بعد مجھے ایکسرے کی لیبارٹری میں منتقل کر دیا گیا۔ اس کے سربراہ ای۔ایف۔بخمیٹوف (E. F. Bakhmetev) اور این۔ کے۔کوزینا (N. K. Kozhina) تھے۔ یہاں کچھ دیر کے لیے یا۔ پی۔سلسکی (Ya. P. Silisskii) بھی سربراہ رہے۔مگر وہاں کی اصل قوت وینیاتسوکرمان(Venya Tsukerman) تھے۔علاوہ ازیں لیواالتشلر (Leva Al'tshuler) بھی وہیں تھے۔ہم تینوں دوستانہ ماحول میں مل کر کام کرتے تھے۔ وہ دونوں مجھ سے تین سال بڑے اور مجھ سے زیادہ علم رکھتے تھے، اس لیے میں ان میں تیسرے درجے پر آتا تھا۔ونکا (Ven'ka) ہمیں تین وی(3V) کہتا تھا، جوکہ وینیا، لیواالتشلر کی کنیت ولاڈی میرووچ (Vladimirovich) اور مجھے یعنی وٹالی کو ملا کر بنتا تھا۔

لیبارٹری میں کام کرنا میرے لیے بہت مفید ثابت ہوا۔ وینیا کی طرح لیبارٹری کے کام نے نہ صرف مجھے حاضر دماغ اور بڑی سوجھ بوجھ کا مالک بنا دیا بلکہ مجھے تجربات کی مہارت بھی دی۔مگر اس دور میں ریاضی کو تو چھوڑیئے، میں نے طبیعیات میں بھی کوئی خاص پیش رفت نہیں کی۔1933ء میں پہلی بار ماسکوسٹیٹ یونیورسٹی میں داخلے مقابلے کے امتحان کی بنیاد پر کیے گئے جو پہلے صرف نامزدگی کی بنیاد پر ہوتے تھے۔ میں نے طبیعیات کے شعبے میں داخلہ لینے کا فیصلہ کیا اور آنے والے تین مہینوں میں، میں نے رسمی طور پر آٹھویں، نویں اور دسویں کے نصاب کو پڑھ لیا،لیکن مجھے یقین ہے کہ سکول میں اچھی اور باقاعدہ تعلیم کی کمی نے مجھ پر منفی اثرات مرتب کیے تھے۔ اسے یوں سمجھئے کہ مثال کے طور پر اگر سکول جانے والا ایک لڑکا ٹرگنومیٹری (trignometry)، لوگورتھمز (logarithums) وغیرہ کے ایک سو یا ایک ہزار سوال حل کرتا ہے تو میں نے جو سوال حل کیے وہ ان سے دس یا سو گنا کم تھے۔ یہی معاملہ ریاضی(Math) کا تھا۔اس کا اثر مجھ پر تمام عمر رہا۔ میں اعداد وشمار کے کام عموماً غلطیوں کے ساتھ، سست روی سے اور بہت زور لگا کر کرتا ہوں اور اس سلسلے میں روانی کی کمی ہوتی ہے۔اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ مجھے ریاضی کے کام سے ہمیشہ ڈر لگتا رہا اور میں نے اسے کبھی پسند نہیں کیا۔ اس میں کوئی شک نہیں کہ اس کمزوری کی وجہ ریاضی میں لیاقت کی کمی تھی جبکہ میرے ساتھی نظریہ دانوں کی بھاری اکثریت اس میں بہت لائق تھی۔ بہرحال اسی وجہ سے تربیت کے فقدان کا مجھ پر بہت نمایاں اثر تھا۔

بلاشبہ سکول کی باقاعدہ تعلیم کی کمی کے کئی دوسرے منفی اثرات بھی تھے۔تیس برس کی عمر میں، میں

نے پہلی بار" ماضی اور مراقبہ" (The Past and Meditation) اور کئی دوسرے روسی ادب پاروں کو پڑھا۔ (مجھے نہیں معلوم کہ یہ بھی کسی خامی میں آتا ہے)۔ایک اور بڑا مسئلہ روسی زبان کا تھا۔ میں جب ماسکو سٹیٹ یونیورسٹی کے دوسرے سال میں تھا تو ہمیں املا لکھائی جاتی تھی۔اس میں میں نے آٹھ غلطیاں کیں جس پر میرے کام کو" غیر تسلی بخش" کہا گیا۔آج بھی جب میں لکھتا ہوں تو املا کی بہت غلطیاں ہوتی ہیں۔گرامر کی غلطیاں تو خیر معمولی بات ہے، اصل چیز اچھا لکھنے کی صلاحیت، عمدہ طرز تحریر اور زبان پر عبور ہے۔میری زبان دانی کچھ کمزور ہے اور میرے جملے اکثر مبہم ہوتے ہیں۔اس سلسلے میں جی۔ ایس۔گورلک (G. S. Gorelik) سے گفتگو مجھے یاد ہے۔اس میں اچھا لکھنے کی صلاحیت تھی اور میرا اس سے سوال تھا کہ" آپ کو اتنا اچھا لکھنے میں کیا چیز مدد کرتی ہے؟" اس نے جواب میں یہ پوچھ لیا کہ" سکول میں تم ایک ہفتے میں کتنی بار نثر میں کچھ لکھتے تھے" میں نے جواب دیا کہ" ہفتے میں یا شاید دو ہفتے میں ایک بار، مگر مجھے صحیح یاد نہیں"۔گورلک نے بتایا کہ وہ سوئٹزرلینڈ میں پڑھا ہے اور اسے روزانہ ایک مضمون لکھنا پڑتا تھا۔اس کی اس بات سے میری کمزوری عیاں ہوگئی اور یہی وجہ ہے کہ سکول کی تعلیم کے دوران جو خامیاں رہ گئی تھیں وہ آج بھی موجود ہیں۔ یہ شرمندگی کی بات ہے کہ میں غیر ملکی زبانیں بھی نہیں جانتا۔اگر چہ خدا کا شکر ہے کہ میں نے کسی نہ کسی طرح انگریزی سیکھ لی ہے(لیکن میں صرف انگریزی بول سکتا ہوں اور اس میں بھی غلطیاں کرتا ہوں۔انگریزی میں رپورٹ بھی تیار کرتا ہوں مگر میں کسی کی نگرانی اور اصلاح کے بغیر خود درست نہیں لکھ سکتا)۔ میں یہ سب باتیں اس لیے لکھ رہا ہوں کہ مجھے اس بات کا پختہ یقین ہو گیا ہے کہ حقیقی معنوں میں کچھ کام کرنے، کامیابی اور اطمینان حاصل کرنے کے لیے ہر فرد کو بہت کچھ کرنا ہوتا ہے۔مختلف زبانیں نہ سیکھنے سے پیشہ ورانہ نقصان کی بات نہ بھی کریں تب بھی حقیقت یہ ہے کہ یہ بڑی شرم کی بات ہے۔ یورپی باشندوں کو اس جیسے مسئلے کا سامنا نہیں کرنا پڑتا۔ہالینڈ کے کسی طبیعیات دان کو لیجیے اسے اچھی انگریزی آتی ہوگی اور عین ممکن ہے کہ وہ جرمن اور فرانسیسی زبانیں بھی جانتا ہو۔ جب زبان سیکھنے کی صلاحیت موجود ہو تو کسی زبان کو سکول میں پڑھے بغیر بھی، جہاں بچپن سے شروع کر کے آگے بڑھتے ہیں، اس میں مہارت حاصل کی جا سکتی ہے لیکن اگر کسی شخص میں لسانیات پر عبور حاصل کرنے کی لیاقت ہی نہ ہو تو کیا کیا جائے؟۔لسانیات ایک خاص قسم کی صلاحیت ہے، مثال کے طور پر میں شاعری یاد رکھنے کے معاملے میں بالکل کورا ہوں۔ پھر عام طور پر میں کسی بھی چیز کو حتیٰ کہ رپورٹ کو بھی زبانی یاد نہیں رکھ سکتا۔ بچپن کے وہ ایام جو میں نے سکول میں گزارے ہیں، ہوسکتا ہے کہ ان دنوں میں ان تمام باتوں سے عہدہ برآ ہو جاتا۔ مجھے تمام زندگی اس بات کا افسوس رہا ہے کہ میں نے زبانیں نہیں سیکھیں۔ کاش میں مختلف چیزوں کے متعلق اور زیادہ جان لیتا۔ تاہم جب آپ کوئی کام کر رہے ہوں اور اس کام میں دلچسپی کی

بہت سی باتیں ہوں تو کیا آپ اس وقت کسی زبان میں فعل کے معنی سیکھیں گے یا ستاروں کے جھرمٹوں کے نام معلوم کریں گے؟ کم ازکم میں کبھی ایسا نہیں کر سکا۔

قصہ مختصر، کوئی تعلیمی ادارہ کسی بھی فرد کو اس وقت تک بہت اچھا مصنف، طبیعیات دان یا ریاضی دان نہیں بنا سکتا جب تک اس کا میلان طبع اس طرف نہ ہو۔ اس کے باوجود پہلی بات تو یہ ہے کہ رجحان بذات خود کافی نہیں ہوتا۔ کتنے ہی قابل لوگ ایسے ہیں جو اپنی تمام صلاحیتوں کو بروئے کار نہ لا سکے اور نہ وہ اس بات سے باخبر ہوتے ہیں کہ زندگی میں تعلیم کی خامیاں کیا کردار ادا کرتی ہیں۔ دوسری بات یہ ہے کہ ایک اچھا خاندانی پس منظر اور تربیت ایک اوسط درجے کی صلاحیت رکھنے والے ایسے شخص کو بھی ایک لائق پیشہ ور بنا سکتے ہیں جو بصورت دیگر ایک معمولی مزدور، شکست خوردہ، اپنے کام سے غیر مطمئن شخص ہوتا، وغیرہ وغیرہ۔ بحیثیت مجموعی، یہ سب کچھ عیاں ہے۔ جس طرف میرا قلم میری راہنمائی کر رہا ہے میں اسی کو لکھ رہا ہوں۔ میں نے اس موضوع کو اس لیے چنا ہے کیونکہ میں اکثر و بیشتر اس سوال پر غور کرتا رہا ہوں کہ سکول کے ناموافق حالات کی وجہ سے میں نے کیا نقصان اٹھائے ہیں، مگر اس سوال کا واضح جواب دینا ممکن نہیں ہے۔

میرا یقین ہے کہ ایک طرف تو میں اپنی کچھ صلاحیتوں کو استعمال میں لانے میں بے حد خوش قسمت رہا ہوں لیکن دوسری طرف، خاندان کی پیشہ ورانہ مدد سے قطع نظر (جو مجھے ویسے بھی میسر نہیں ہوئی)، اگر میں نے سکول میں دس اچھے برسوں کی تعلیم حاصل کی ہوتی تو شاید میں اور بہت کچھ کر سکتا۔ یہاں میں اپنے ایک اور پسندیدہ موضوع پر بھی بات کروں گا جس پر میں اکثر غور و فکر کرتا رہتا ہوں۔ ایک کھلاڑی کی مثال لیجیے۔ فرض کیجیے اس نے سو میٹر کا فاصلہ نو اعشاریہ نو سیکنڈ میں طے کر لیا اور اولمپک چیمپئن بن گیا جبکہ دوسرے دوڑنے والے نے یہ فاصلہ دس اعشاریہ دو سیکنڈ میں طے کر کے چوتھی پوزیشن حاصل کی۔ یوں وہ کانسی کے تمغے کا بھی اہل ثابت نہیں ہو سکا (یہ تمام اعداد و شمار فرضی ہیں)۔ یہاں میں یہ بتانا چاہتا ہوں کہ ہو سکتا ہے کہ اس معاملہ میں اتفاقات نے اپنا کردار ادا کیا ہو۔ اس سلسلے میں جو اتفاقات بڑی اہمیت رکھتے ہیں وہ یہ ہیں کہ وہ کھلاڑی گزشتہ شب کیسے سویا تھا۔ اس نے کیا کھایا تھا۔ اس نے دوڑ شروع کرتے ہوئے زمین کو اپنے جوتے سے کتنی قوت سے دھکا دیا تھا، وغیرہ وغیرہ۔ خوش قسمتی سے سائنس میں ایسا نہیں ہوتا۔ یہاں چوتھے نمبر پر آنے والے بھی بہت بہتر ہوتے ہیں۔ وہ سائنسی ترقی میں اپنا کردار ادا کرتے ہیں اور اچھے مقالے لکھتے ہیں (پہلے نمبر پر آنے والا یقیناً بہت اچھے مقالے لکھتا ہے)۔ اس کے باوجود مواقع کا ملنا اور خوش قسمتی کا حاصل ہونا اپنا ایک فیصلہ کن کردار ادا کرتا ہے۔ ایسا معاملہ آئن سٹائن جیسی قد آور شخصیات کے ساتھ نہیں ہوتا، ان کا حفاظتی دائرہ (safety margin) بہت بڑا ہے، وہ دوسروں کی پہنچ سے بہت آگے ہیں۔ اسی طرح میکسویل (Maxwell)،

بوہر(Bohr)، پلینک (Planck)، پالی (Pauli)، فرمی (Fermi)، ہائزنبرگ(Heisenberg) اور ڈیراک (Dirac) کی صلاحیتیں بھی خوش قسمتی کے اتار چڑھاؤ اور حادثاتی سوچ پر کم ہی انحصار کرتی دکھائی دیتی ہیں۔ لیکن ان لاتعداد شخصیات کا تو کیا کہنا جنھوں نے نوبل انعام حاصل کیا، میرے نزدیک تو ڈی برولی (De Broglie) اور شروڈنگر(Schrodinger) تک خوش قسمتی کے مرہون منت دکھائی دیتے ہیں۔ ایم۔فان لوئے (M. von Laue) بڑے مستند جرمن طبیعیات دان ہوئے ہیں۔انہوں نے ایکسرے ڈائفریکشن (X-ray diffraction) کا تصور پیش کیا تھا جس پر انہیں نوبل انعام ملا، مگر کہا جاتا ہے کہ یہ مدہوشی کی حالت میں آنے والا خیال آیا تھا[i]۔اسی طرح بریگز[ii] (Braggs)، رونجن(Roentgen)، زیمان(Zeeman)، سٹارک (Stark)، لینرڈ (Lenard)، جوزف سن (Josephson) ،پینز یاس(Penzias) اور ولسن(Wilson)، ہیوش (Hewish) اور رائل(Ryle)، چرن کوف(Cherenkov)، بیزاف(Basov) اور پروخوروف(Prokhorov) اور ہماری نوبل انعام یافتگان کی فہرست میں شامل تین چوتھائی سائنسدانوں پر وحی نازل نہیں ہوئی تھی بلکہ ان کی قسمت نے یاوری کی تھی۔ میں صرف اس بات پر زور دینا چاہتا ہوں کہ کامیابی کے امکانات خوش قسمتی کے ساتھ ساتھ اور بہت سے عوامل پر منحصر ہوتے ہیں، جن میں صحت، بروقت پڑھا ہوا کوئی مضمون یا کتاب، سرگرمی، اولوالعزمی جیسا محرک اور شاید ایسی ہی بہت سی دوسری باتیں شامل ہوتی ہیں۔ یہ ایک دلچسپ موضوع ہے۔

حواشی

* **تعارف:** وٹالی گنز برگ (Vitaly Ginzburg) (2009ء-1916ء)۔ روس کے ایک نظریاتی طبیعیات دان اور فلکیاتی طبیعیات (Astrophysics) کے ماہر تھے۔ ان کا شمار سوویت یونین کے لیے ہائیڈروجن بم بنانے والوں میں ہوتا ہے۔ انھوں نے 1953ء میں سٹالن اور 1966ء میں لینن انعام حاصل کیا۔ انھیں 1994ء میں وولف اور 2003ء میں نوبل انعام ملا، جو سپر موصل اور سپر سیال مادہ پر اساسی تحقیق کرنے پر ابریکوسوف (Abrikosov) اور لیگیٹ (Leggett) کے ساتھ مشترکہ انعام تھا۔

(i)۔ مصنّف نے(Bieridee) "Beer idea" کے الفاظ استعمال کیے ہیں۔

(ii)۔ بریگز (Braggs) سے مراد وہ دو حضرات ہیں، جن کے درمیان باپ بیٹے کا رشتہ تھا، اور جنہیں 1995ء کا نوبل انعام ملا۔ اُن کے نام سر ولیم ہنری بریگ(Sir William Henry Bragg) اور ولیم لارنس بریگ (William Lawrence Bragg) تھے اور یہ انعام ایکس ریز کی مدد سے قلموں کی ساخت معلوم کرنے کے طریقہ کار سے متعلق تھا۔

اپنے اندر کی آواز کو سنیں
(Listen to Your Inner Voice)

ماریس گولڈ ہابر*
(Maurice Goldhaber)
ڈائریکٹر ایمریٹس
(Director Emeritus)
بروک ہیون نیشنل لیبارٹری، نیویارک، امریکا
(Brookhaven National Laboratory, New York, USA)



© Courtesy of Brookhaven National Laboratory

جب آپ کے کسی نظریہ پر تنقید ہو تو آسانی سے ہار نہ مانیں بلکہ اپنے اندر کی آواز کو سنیں۔ میرا تجربہ یہ رہا ہے کہ کسی ایسے شخص کو کچھ بتانے سے پہلے جو نئے خیالات پر بڑی تنقید کرتا ہے آپ تھوڑی دیر کے لیے غور وفکر کر لیں تو عین ممکن ہے کہ آپ اپنے خیالات کا بہتر طور پر دفاع کرنے کے قابل ہو جائیں۔

حواشی

* **تعارف:** ماریس گولڈ ہابر [(2011ء - 1911ء) Maurice Goldhaber] آسٹرین نژاد امریکی طبیعیات دان تھے۔ 1936ء میں کیمبرج یونیورسٹی سے پی ایچ ڈی کرنے کے بعد وہ 1938ء میں امریکہ آئے اور 1950ء میں بروک ہیون نیشنل لیبارٹری میں ملازمت اختیار کی۔ 1961ء سے لے کر 1973ء تک وہ اس لیبارٹری کے ڈائریکٹر رہے۔ انھوں نے جوہری طبیعیات اور بنیادی ذروں کی طبیعیات کے میدان میں بہت سی اہم دریافتیں کیں جن میں نیوٹرون کی کمیّت، نیوٹرینو کی ہیلیسیٹی (helicity) اور جوہری تعامل کے بہت سے مظاہر شامل ہیں۔ 1985 میں ریٹائرمنٹ کے بعد بھی وہ تحقیق کے کام میں مصروف رہے اور 90 سال سے زائد کی عمر تک کام جاری رکھا۔

سٹرنگ تھیوری کا سرور

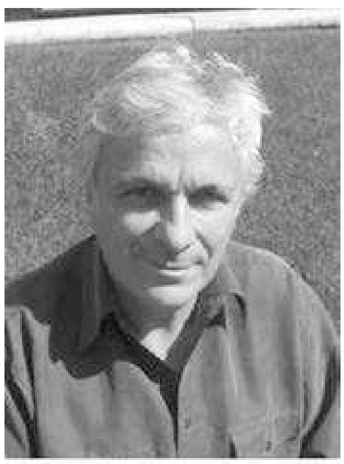
(The Delights of String Theory)

مائیکل بی۔ گرین*

(Michael B. Green)

شعبہ عملی ریاضی اور نظریاتی طبیعیات، کیمبرج، برطانیہ

(Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics, Cambridge, UK)



© Courtesy of Michael B. Green

بچپن میں میرے طبیعیات کے شوق کو مشترکہ طور پر میرے والدین، جنھوں نے اپنے آپ کو میری تعلیم کے لیے وقف کیا ہوا تھا، اور طبیعیات کے ایک ممتاز استاد نے ابھارا۔ کیمبرج سے انڈر گریجویٹ کی ڈگری حاصل کرنے کے بعد میں نے 1967ء میں کیمبرج میں ہی بنیادی ذرات کی طبیعیات میں پی ایچ ڈی کی ابتدا کی۔ یہ وہ دور تھا جب بنیادی قوتوں کے متعلق کوئی خاص واضح اور مربوط نظریہ نہیں تھا۔ وہ نظریاتی ڈھانچا جسے کوانٹم فیلڈ تھیوری (quantum field theory) کہتے ہیں، 1940ء کی دہائی میں صرف ایک بنیادی قوت یعنی برقی مقناطیسیت (electromagnetism) کو کوانٹم میکینکس سے جوڑنے میں بہت کامیاب ثابت ہوا تھا لیکن اس کے ذریعے باقی ماندہ تین قوتوں کی وضاحت نہیں ہو سکی تھی۔ 1960ء کی دہائی میں تجربات سے بہت سے اعداد و شمار جمع ہو گئے تھے جو طاقتور تعامل (strong interactions) کرنے والے ذرّات مثلاً پروٹونز (protons) اور میزونز (Mesons) سے تعلق رکھتے تھے۔ مرے گیل مین[i] (Murray Gell-Mann) اور جارج زویگ[ii] (George Zweig) نے جو کوارک ماڈل (quark model) تیار کیا تھا اس کے ذریعے انھوں نے یہ تو بتا دیا تھا کہ ایسے ذرات کوارکس[iii] (quarks) اور اینٹی کوارکس (anti-quarks) سے مل کر بنتے ہیں، مگر اس وقت اُس طاقتور نیوکلیائی قوت (strong force) کے متعلق کوئی نظریہ قائم نہیں ہو سکا تھا جو کوارکس کو ایک دوسرے کے ساتھ باندھ کے رکھتی ہیں۔ اسی طرح نیوٹرینوز (neutrinos) سے وابستہ کمزور نیوکلیائی قوتوں (weak forces) کا کوئی واضح تصور موجود نہیں تھا۔

باقی ماندہ قوتوں میں سے کشش ثقل کو آئن سٹائن نے جس طرح اپنے نظریۂ اضافیت (theory of relativity) میں بیان کیا تھا اس نے کچھ خاص قسم کے نظریاتی مسائل کھڑے کر دیئے تھے۔ اگر چہ کشش ثقل اتنی کمزور ہوتی ہے کہ زمینی ذرات پر طبیعیاتی تجربات سے اس کی براہ راست پیائش ممکن نہیں، البتہ بہت ہی کم فاصلے کی صورت میں جو پلینک سکیل (planck scale) یعنی 10^{-35} میٹر کے قریب ہو تو یہ سب پر حاوی ہو جانے والی قوت بن جاتی ہے۔ تاہم اس انتہائی کم فاصلے پر بھی عام اضافیت (general relativity) کے ساتھ کوانٹم فیلڈ تھیوری کو یکجا کرنے کی تمام کوششیں ناکام ہو چکی تھیں۔ مثال کے طور پر کوانٹم فیلڈ کا نظریہ جس میں کشش ثقل شامل ہو، اس میں اکثر ایسی بے معنی لامحدود اعداد کی پیش گوئیاں کی جاتی ہیں جن سے یہ پتا چلتا ہے کہ یہ طریقہ کار انتہائی قلیل فاصلے کی طبیعیات کو بیان کرنے کی اہلیت نہیں رکھتا۔

کوانٹم فیلڈ نظریے کو جس نے کوانٹم الیکٹروڈائنمکس (quantum electrodynamics) کو بڑے احسن طریقہ سے بیان کیا تھا ان وجوہات کی بنا پر ہی 1967 میں کیمبرج سمیت بعض دوسرے تعلیمی اداروں نے بھی کم وبیش ترک کر دیا تھا، اور اس کی جگہ ایک متبادل نظریہ کے طور پر طاقتور نیوکلیائی قوت کی وضاحت کے لیے ایس میٹرکس (S-Matrix) کے طریقے کو اپنانے کی تجویز دی گئی تھی جبکہ دوسری قوتوں کے متعلق یہ سمجھ لیا گیا تھا کہ ان پر نتیجہ خیز غور وفکر کرنا ناممکنات میں سے ہے۔ اس صورت حال کے باوجود اسی سال ان چند افراد کو جو یونیفائیڈ الیکٹرو ویک کوانٹم فیلڈ تھیوری (unified electroweak quantum field theory) پر کام کر رہے تھے، شاندار کامیابی حاصل ہوئی جس سے سٹینڈرڈ ماڈل (Standrad Model) کی عظیم کامیابی کی راہ ہموار ہوئی۔ اگر چہ 'ایس میٹرکس' کا نقطۂ نظر مفید ثابت نہیں ہو سکا مگر اس نے وینی زیانو (Veneziano) کو اتنا متحرک کر دیا کہ اس نے جرأت مندی کے ساتھ ایک ایسا آسان فارمولا تجویز کیا جس کے متعلق اس کا خیال تھا کہ اس کے ذریعے میزونز (mesons) کے انتشار کے عمل کو سمجھا جا سکتا ہے۔ یہ گراں قدر تجویز 1968ء میں سامنے آئی اور اس نے میرے آنے والے پیشہ ورانہ دور پر بڑا گہرا اثر ڈالا۔ اس کے متعلق یہ جاننے میں دو برس لگ گئے کہ وینی زیانو (veneziano) کا ذرّات کے ٹکراؤ کے بارے میں فارمولا اس نظریے سے حاصل کیا جا سکتا ہے جس میں میزونز کو ایک ڈوری (string) کی شکل میں پیش کیا گیا تھا۔ یہاں سے سٹرنگ نظریے (string theory) کا آغاز ہوا۔ اگر چہ شروع میں میری دلچسپی بعض مظاہر کے مطالعہ تک ہی تھی مگر 1970ء کی دہائی کے شروع میں سٹرنگ نظریئے کے انوکھے پن، نفاست اور اس کی دلفریب وسعت نے آہستہ آہستہ مجھے اپنے سحر میں جکڑ لیا۔ اس نظریے کی بنیاد جس تصوّر پر اٹھائی گئی ہے وہ حیرت انگیز طور پر سادہ ہے۔ اس میں کہا گیا ہے کہ بنیادی ذرات ایک ڈوری کے ٹکڑے کی طرح لمبے ہیں جبکہ روایتی فیلڈ نظریوں میں یہ

فرض کرلیا گیا تھا کہ یہ بنیادی ذرات نقطوں کی شکل میں ہیں۔ یہ تو ایک عام فہم بات ہے کہ ایک نقطہ تو نہیں البتہ ایک سٹرنگ یا ڈوری ضرور تھرتھرا سکتی ہے، اور یہ بھی ظاہر ہے کہ اس کے تھرتھرانے کے مختلف انداز ہو سکتے ہیں جن کا تعدد (frequency) بھی مختلف ہوگا۔ اِسی عمل کی مناسبت سے انھیں مختلف اقسام کے بنیادی ذرات کے طور پر پہچانا جاتا ہے اور یوں مختلف اقسام کے ذرات کو یکجا کرنے کا ایک عمدہ طریقہ دستیاب ہو جاتا ہے۔

تاہم شروع شروع میں جو سٹرنگ نظریے پیش کی گئے ان میں بہت سے حل طلب مسائل موجود تھے، اس لیے ان میں عمومی دلچسپی کمزور پڑ گئی اور توجہ اس کوانٹم فیلڈ نظریہ پر مرکوز ہو گئی جو نیا نیا ایجاد ہوا تھا اور جسے کوانٹم کروموڈائنامکس یا کیو۔سی۔ڈی (quantum chromodynamics - QCD) کا نام دیا گیا تھا۔ اس کے ذریعے طاقتور نیوکلیائی قوت کی صحیح وضاحت ممکن ہوئی۔ اس کے ساتھ ہی سٹینڈرڈ ماڈل کی بھی تشکیل ہوئی جو تینوں قوتوں (کشش ثقل کے علاوہ) کی وضاحت فیلڈ نظریہ کے ذریعے کرتا تھا۔ بہرحال ان بدلتے ہوئے حالات میں بھی میں سٹرنگ نظریے کی ترکیب کے سحر سے باہر نہیں آیا۔ 1979ء میں، میں نے جان شوارز (John Schwarz) کے ساتھ مل کر تحقیقی کام شروع کیا جسے میں 1970ء کی دہائی کے شروع سے جانتا تھا، جب ہم پرنسٹن میں اکٹھے تھے مگر ہم نے کبھی مل کر کام نہیں کیا تھا۔ ہماری کوشش تھی کہ کسی طرح ایسے مربوط سٹرنگ نظریے کو سامنے لایا جائے جو کشش ثقل کو شامل کرتے ہوئے ایک ایسی وضاحت پیش کرے جو نہ صرف کشش ثقل کی بلکہ دوسری تمام قوتوں کی بھی مشترکہ طور پر توضیح کر سکے۔ اس بات کو سامنے رکھتے ہوئے ہم اس نتیجے پر پہنچے کہ یہ اسی صورت ممکن ہے جب تمام بنیادی ذرات جن میں گریویٹون (graviton)، فوٹون، کوارکس، الیکٹرون، نیوٹرینوز اور دوسرے ذرات بھی آتے ہیں، ان سب کی پہچان ایک ہی قسم کی ڈوری نما چیز میں تھرتھراہٹ کے مختلف انداز ہو سکتی ہو۔ مزید برآں یہ تصور کہ ڈوری کا سائز اگرچہ بہت چھوٹا ہے مگر صفر نہیں ہے، اس نظریے کی مختصر فاصلے کی ساخت پر نہ صرف بڑا گہرا اثر ڈالتا ہے بلکہ ایک ایسے مربوط نظریے کا متقاضی ہے جس میں کوانٹم کشش ثقل (quantum gravity) کے پلینک سکیل (Planck scale) والے اثرات موجود ہوں۔

اس زمانے میں اور اس کے کئی سال بعد تک بھی بہت کم محققین نے سٹرنگ نظریے کی طرف توجہ دی، جس کا نتیجہ یہ ہوا کہ ہمیں اپنے تحقیقی کام میں کسی خاص مقابلے کا سامنا نہیں کرنا پڑا اور ہم نے 1980 سے اس موضوع پر کئی مضامین شائع کرنا شروع کر دیئے۔ یہ سلسلہ چار سال تک جاری رہا، اور ہم ''سُو پر سٹرنگ'' (superstring) کے متعلق مختلف نظریات پیش کرتے چلے گئے۔ ان میں ''سُو پر'' کی اضافت سپر تشاکل یا ''سُو پر سمٹری'' (supersymmetry) سے متعلق صفات کی مناسبت سے تھی۔ بہت جلد یہ بات عیاں ہو گئی کہ

کوئی غیر معمولی دریافت ہونے والی ہے۔ ہم نے دو ایسے سٹرنگ نظریے پیش کیے جو بالا بنفشی لامحدودیت (ultraviolet infinities) سے مبرا تھے (جس کی وجہ سے کشش ثقل کو کوانٹم نظریہ سے ملانے کی پچھلی تمام کوششیں ناکام ہو چکی تھیں)۔ اس طرح پہلی مرتبہ یہ امکان روشن ہوگیا کہ کوانٹم کشش ثقل کا ایک مربوط نظریہ پیش کیا جا سکے۔ ہمارے زیادہ تر ساتھی سٹرنگ نظریے سے پوری طرح واقف نہیں تھے، اس لیے ہماری دریافت کا فوری طور پر خاطر خواہ اثر نہیں ہوا۔ 1984 ء کے موسم گرما میں جان شوارز اور میں کولوراڈو (Colorado) کے شہر ایسپن (Aspen) میں اکٹھے ہوئے اور یہاں ہم نے یہ ثابت کیا کہ ''سُوپر سٹرنگ'' (superstring) کے تمام نظریات کشش ثقل کے مسائل اور یانگ ملز (Yang-Mills) کے نظریے کی بے قاعدگیوں اور خامیوں سے پاک ہیں۔ ان خامیوں کا تعلق ان اختلافات سے تھا جو قریب قریب تمام دلچسپ یونیفائیڈ کوانٹم فیلڈ نظریوں میں ملتے ہیں اور یہ توقع کی جا رہی تھی کہ یہ سٹرنگ نظریے میں بھی نمودار ہوں گے۔ جب ہم نے بعض مخصوص سٹرنگ نظریات کے متعلق ثابت کر دیا کہ وہ ان مذکورہ خامیوں سے پاک ہیں تو یکدم اس مضمون میں دلچسپی کا سیلاب امنڈ آیا اور بہت سارے نظریاتی طبیعیات دان سُوپر سٹرنگ نظریے کا مطالعہ کرنے لگے۔ چند ماہ میں ہی یہ بات واضح ہوگئی کہ جس نظریے کو زمان و مکان کی دس جہتوں (dimensions) میں تجریدی اور خیالی طریقے سے بنایا گیا تھا، وہ ہماری چار جہتی کائنات کی تجرباتی طبیعیات میں کیونکر ظاہر ہوگا۔

1984 ء تک کیفیت یہ تھی کہ میں نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز (International Centre for Theoretical Physics) کی ایک چھوٹی سی ورکشاپ میں سٹرنگ نظریے پر پانچ منٹ کی تقریر کر سکا تھا، مگر اب مجھ پر عالمی کانفرنسوں اور ورکشاپوں میں اس موضوع پر گفتگو کے دعوت ناموں کی بوچھاڑ ہونے لگی۔ میں خاص طور پر ڈاکٹر عبدالسلام کا شکر گزار ہوں جنھوں نے اس موضوع میں غیر معمولی دلچسپی کا مظاہرہ کیا اور مجھے یہ موقع فراہم کیا کہ میں 1986ء سے 1990ء کے دوران ہر سال موسم بہار میں نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز (ICTP) میں ایک ایسے سکول کا انتظام کروں جس میں سٹرنگ نظریے کی تعلیم دی جائے۔ اس مضمون کو نئی نئی ملنے والی مقبولیت نے بے شمار طریقوں سے پیشہ ورانہ تسکین کے سامان فراہم کیے، مگر وہ دن گئے جب جان شوارز اور میں ایک دوسرے کے ساتھ سال میں چند ماہ اکٹھے گزار سکتے تھے اور تحقیقی کام کو وہیں سے شروع کرتے تھے جہاں ہم نے اسے ایک سال پہلے چھوڑا تھا۔ پچھلے بیس برسوں میں سٹرنگ نظریے نے بہت ترقی کر لی ہے اور اب ہم اس طریقے کے متعلق پہلے سے کافی زیادہ جان چکے ہیں جس طریقے سے سٹرنگ نظریے کی مختلف تاویلیں ایک دوسرے کے ساتھ اور پھر گیارہ جہتوں کی سپر کشش ثقل کے نظریے کے ساتھ مطابقت رکھتی

ہیں۔ان کے درمیان اس تعلق کونظریہ- ایم(M-theory) کا نام دیا گیا ہے۔اس کے باوجودسٹرنگ نظریے کے بہت سے پہلوسمجھنے ابھی باقی ہیں۔اس پراب بھی بہت سا کام کرنے کی ضرورت ہے کیونکہ اس نظریے کی ایسی صورت ابھی تک دریافت نہیں ہوسکی جوزمان ومکان کے کوانٹم نظریئے (quantum space-time) کے انتہائی ضروری پہلوؤں کا احاطہ کرسکے۔ یہ دریافت نہ صرف سٹرنگ نظریے کی تکمیل کے لیے بلکہ ذروں کی طبیعیات اورعلم الکائنات کے بارے میں ان تجربات کے لیے بھی ضروری ہے جن کی پیش گوئی یہ نظریہ کرتا ہے۔

سٹرنگ نظریے کی غیرشفاف ابتدا طاقتور نیوکلیائی قوت کی وضاحت کے لیے ایک ماڈل کی تیاری سے ہوئی تھی اورآج اس نے بنیادی ذرّوں کی نظریاتی اورتجرباتی طبیعیات،کوانٹم کشش ثقل اورعلم الکائنات میں مرکزی حیثیت حاصل کرلی ہے اوراسے دوسرے نظریوں اورقاعدوں کے باہمی ربط سے جدید ریاضی کے بہت سے دلچسپ پہلوؤں کا حصہ بنادیا گیا ہے۔چونکہ اس خوبصورت نظریے کا بہت بڑا حصہ ابھی تک ایک معما ہی ہے،اسی وجہ سے آنے والے کئی برسوں تک اس نظریے کا سحرجاری رہے گا اوراس پرتحقیقی کام ہوتا رہے گا۔

حواشی

* **تعارف:** مائیکل بورس گرین(Michael B. Green)، پیدائش 1946ء ، ایک برطانوی طبیعیات دان ہیں اوران کا شمار سٹرنگ نظریے پرسب سے پہلے کام کرنے والے سائنس دانوں میں ہوتا ہے۔انھوں نے جان ایچ۔ شوارز (John H. Schwarz) کے ساتھ مل کر 1984ء میں سپرسٹرنگ کا نظریہ پیش کرکے طبیعیات کی دنیا میں ایک انقلاب برپا کردیا تھا۔

(i)۔ مرے گیل مین(Murray Gell-Mann) دیکھئے صفحہ نمبر 86۔

(ii)۔ جارج زویگ(George Zweig)، پیدائش 1937ء ،کا تعلق روس سے ہے۔انھوں نے ذرات کی طبیعیات میں ابتدائی تربیت رچرڈ فائن مین سے حاصل کی۔پھران کی توجہ اعصابی نظام کے حیاتیاتی مطالعے کی طرف ہوگئی اورانھوں نے لاس الماس کی لیبارٹری میں کئی برس تحقیق کرنے میں گزاردیے۔

(iii)۔کوارکس(Quarks)، مادے کے بنیادی ذرات ہیں۔ان کی اوراینٹی کوارکس کی خصوصیات ایک جیسی ہوتی ہیں مگراینٹی کوارکس کی برق باری کوارکس کے مخالف اوراس کے برابر ہوتی ہے۔کوارکس مل کرجو جامع ذرات بناتے ہیں انہیں ''ہیڈرونز'' (Hadrons) کہتے ہیں۔ایٹمی مرکزہ میں پائے جانے والے پروٹون(proton) اور نیوٹرون(neutron) دونوں ہیڈرون کی قسم کے ذرّات ہیں۔

(iv)۔گابریئیل وینسیانو(Gabriele Veneziano) پیدائش 1942، اطالوی طبیعیات دان، یورپی تحقیقاتی ادارے CERN کے نظریاتی طبیعیات کے شعبہ سے 30 سال منسلک رہے۔انہوں نے پہلے پہل ریاضی کے ایسے فارمولے پیش کیے جو بالآخرسٹرنگ تھیوری کی بنیاد بنے۔

(v)۔ جان شوارز(John Schwarz) دیکھئے اسی کتاب کا باب نمبر 72۔

شعور کی پیمائش

(Measuring Consciousness)

سوزن گرین فیلڈ*

(Susan Greenfield)

دی رائل انسٹی ٹیوشن، برطانیہ

(The Royal Institution of Great Britain)



© Courtesy of Frederic Amada

ہمارے سکول کے زمانے میں جس طرح سائنس پڑھائی جاتی تھی، اُس طریقے سے اِس مضمون کو پڑھنے میں کوئی خاص دلچسپی پیدا نہیں ہوتی تھی۔ اُن دنوں کم از کم علم حیاتیات (Biology) کے اُستاد کا پڑھانے کا طریقہ تو ایسا تھا کہ وہ سبق بولتے جاتے تھے اور ہم اسے سنتے اور لکھ لیتے تھے۔ اسے یوں سمجھئے کہ انھوں نے ایک خلیے والے جاندار جسے امیبا(Amoeba) کہتے ہیں، کی زندگی کے نظام کے متعلق بولنا شروع کیا اور ہم نے اُسی طرح لکھ لیا۔ ایسی پڑھائی کے ماحول میں اگر ہم کسی طور خود کو دوسروں سے ممتاز کر سکتے تھے تو وہ صرف خوش خطی تھی اور میں اعتراف کرتی ہوں کہ میری لکھائی اچھی نہیں تھی۔

کیمسٹری(Chemistry) کے مضمون میں یہ پڑھایا جاتا تھا کہ پانی کو کیسے کشید کیا جاتا ہے مگر کسی نے یہ نہیں بتایا کہ یہ کیوں ضروری ہے۔ علمِ کیمیا کی نسبت طبیعیات کا علم غالباً سب سے زیادہ تجرباتی سمجھ بوجھ پر مبنی تھا۔ یہ وہ زمانہ تھا جب نفیلڈ سکس[(i)] (Nuffield Six) کا اجرا کیا گیا تھا۔ اُن دنوں زمان و مکان کا مطلب سمجھنے کے لیے ہمیں اس کاغذی فیتے والی ٹرالی سے کھیلنا پڑتا تھا جس کی رفتار کے حساب سے مختلف فاصلوں پر فیتے پر نشانات لگ جاتے تھے۔ اسی طرح شیشے پر برف کو ایک طرف سے دوسری طرف پھسلا کر ہم رگڑ کا مطلب سمجھتے تھے۔ اس کے باوجود سائنس کی یہ تدریس میرے لیے بہر حال محدود دلچسپی کی حامل تھی۔ میرے خیال میں تاریخ، ادب اور لسانیات جیسے مضامین سے اِس کا کوئی مقابلہ نہیں تھا۔

مجھے کسی نے یہ نہیں بتایا تھا کہ سائنس کی ولولہ انگیزی کا ادراک حاصل کرنے کے لیے پہلے اسکے بنیادی اصولوں کو اچھی طرح سمجھنا پڑتا ہے۔ اس وقت میں سمجھتی تھی کہ سائنس ان بنیادی اصولوں تک ہی محدود ہے۔ چنانچہ اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ اس مرحلے پر میں سوچنے لگی تھی کہ سائنس میری توجہ کے لائق نہیں ہے۔ تاہم ماضی کی یاداشتوں کے حوالے سے مجھے اتنا سبق ضرور ملا کہ کسی بھی مضمون کو پڑھنے میں سرخوشی اور ولولہ تب ہی حاصل ہوتا ہے جب اس کی زندگی سے مناسبت ہو اور آپ اپنے ذاتی تصورات بھی رکھ سکتے ہوں۔ مگر یہ بات مجھے بعد میں معلوم ہوئی کہ یہ دونوں باتیں ہمیں آخر کار سائنس میں ہی مل سکتی ہیں۔

جب میں آکسفورڈ میں فلسفہ پڑھنے پہنچی تو اس مضمون سے مجھے بہت مایوسی ہوئی۔ ہم فلسفہ میں لفظوں کا اُلٹ پھیر کر سکتے تھے، ان سے سوچ کے جزیرے بنا سکتے تھے مگر درحقیقت اس عمل سے گزر کر بھی ہم کچھ بھی ثابت نہیں کر سکتے تھے۔ پھر اس میں بھی کوئی شک نہیں کہ ان دنوں میرے خیالات میں کچھ زیادہ جان بھی نہیں تھی۔ مجھے یاد ہے کہ ہم نے جب زبان کے ڈھانچے پر توجہ مرکوز کی اور مجھے نئی بوڈلین لائبریری (Bodleian Library) میں بیٹھ کر حرفِ تعریف (definite article) کے بارے میں ایک پورا باب پڑھنا پڑا تو بڑی جھنجھلاہٹ کا احساس ہوا۔

دریں اثناء میرا دوسرا مطالعاتی موضوع یعنی نفسیات ایسا مضمون تھا جس میں مجھے اُن سوالات کے زیادہ تر جواب مل جاتے تھے جو میرے ذہن میں اُٹھتے تھے۔ چونکہ ان دنوں دوسرے مضامین کی بہ نسبت نفسیات ایک نیا مضمون تھا اور لوگ یہ سمجھنے سے قاصر تھے کہ یہ مضمون کن امور کا احاطہ کر سکتا ہے، اس لیے سائنس کے دوسرے مروجہ مضامین کی نسبت سائیکالوجی میں داخلہ آسان تھا۔ اس طرح پہلی بار میرا سامنا نہ صرف سائنسی طریقِ کار اور منظبات کے تصور (concept of controls) سے ہوا بلکہ یہ خیال بھی ابھر کے سامنے آیا کہ ہر بات کا علم موجود نہیں ہے اور کسی چیز کا علم پتھر پر لکیر نہیں ہوتا۔ اس غیر یقینی نے مجھے مایوس کرنے کے بجائے اس کے بالکل برعکس میرے اندر ایک ولولہ کو ابھارا، کیونکہ اِس صورتحال میں مجھے کچھ دریافت کرنے کی گنجائش نظر آئی۔

جس وقت میں نفسیات کا مضمون پڑھ رہی تھی اس وقت مجھے پہلی بار انسانی دماغ کی چیر پھاڑ کرنا پڑی۔ مجھے وہ دن ہمیشہ یاد رہے گا جب ہمارے سامنے پلاسٹک کے برتن رکھے ہوئے تھے، ہمیں اپنی آستینیں چڑھانی پڑی تھیں، پھر ہم نے جراحی کے دستانے پہن لیے تھے اور اپنے ہاتھ اس لئے اس بدبودار سیال میں ڈال دیئے تھے جس نے دماغ کو محفوظ کر رکھا تھا تا کہ اسے جو کبھی انسانی وجود کا جوہر تھا باہر نکال کر ایک ہاتھ میں تھام لیا جائے۔ یہی وہ لمحہ تھا جب مجھے یہ خیال آیا کہ اگر اس دماغ کا ایک ٹکڑا میری انگلی کے ناخنوں کے

نیچے آ جائے تو کیا یہ ٹکڑا وہی ہوگا جس میں سے کسی نہ کسی کے لیے محبت پھوٹی ہوگی یا اس کا تعلق یادداشت سے ہوگا یا یہ کسی عادت کا موجب رہا ہوگا؟ اور میں سمجھتی ہوں یہی وہ وقت تھا جب میرا دل سائنس میں اٹک کر رہ گیا تھا۔

یہ خیال بڑا سحر انگیز تھا کہ ہر وہ چیز جسے آپ محسوس کرتے ہیں، ہماری اصل حقیقت اور اندر کی وہ خوبصورت دنیا جس میں کوئی دوسرا جھانک نہیں سکتا، وہ سب کسی نہ کسی طرح اس نرم گودے میں پیدا ہوتا ہے جسے دماغ کہتے ہیں۔ دماغ کے متعلق یہ سوچ سائنسدانوں کی ہی نہیں ہے بلکہ ہر شخص اپنے متعلق اس انداز میں سوچ سکتا ہے۔ اور اس میں کوئی شک نہیں کہ اور بھی کئی ایسے ضمنی سوال موجود ہیں جنھیں جاننے کی تڑپ ہر دل میں ہوتی ہے مثلاً ہم یہ جاننا چاہتے ہیں کہ ہماری انفرادی شخصیت دوسروں سے ہٹ کر اور الگ کیسے بنتی ہے؟ ہم کس طرح تبدیل ہوتے اور سیکھتے ہیں؟ کیا ہماری جینز (genes) ہمارے خیالات پر اثر انداز ہوتی ہیں یا نہیں؟ اور خیالات صحت کو کیسے متأثر کرتے ہیں؟

میں نے ذاتی طور پر جو سب سے اہم سائنسی نظریہ دیا ہے وہ یہ ہے کہ ان داخلی محسوسات کو سمجھنے میں بالآخر سائنسی طریقہ کار استعمال کیا جا سکتا ہے۔ مگر مسئلہ یہ رہا ہے کہ سائنسدان چیزوں کی پیمائش کے عادی ہوتے ہیں۔ اس لیے وہ احساسات کی بنیاد پر قائم ہونے والے خیالات کو ناپسند کرتے ہیں کیونکہ انھیں ناپا نہیں جا سکتا۔ میرا خیال یہ ہے کہ شعور یا آگہی، کسی ماورائی صفت سے بہت مختلف، دراصل ایسی چیز بھی ہے جو درجہ بہ درجہ ہم پر یوں وارد ہوتی ہے جسے ناپا جا سکتا ہے۔ میرے لئے یہ بات اس لئے بھی قابل فہم ہے کہ ہم زیادہ یا کم آگہی اور اس میں اضافے کی بات کرتے رہتے ہیں۔ میں سمجھتی ہوں کہ مستقبل میں ہم اس لائق ہو جائیں گے کہ ہم دماغ میں اس اضافے کو ہوتا ہوا نہ صرف درجہ بدرجہ دیکھ سکیں گے بلکہ اندرونی کیفیت کے ساتھ اس کے تعلق کو جوڑ بھی سکیں گے۔

اگرچہ مجھے اس کا یقین نہیں ہے کہ ہم کبھی اعصابی سرگرمی کے عام سے عمل کو ذاتی کیفیات کے قیمتی اثاثے میں تبدیل کرنے پر قادر ہو سکیں۔ تاہم اتنا یقین ضرور ہے کہ جستجو کے اس راستے پر بڑھنا بڑا ولولہ انگیز ہے۔

حواشی

* **تعارف**: سوزن گرین فیلڈ (Susan Greenfield) پیدائش 1950ء برطانوی سائنسدان، مصنف، براڈ کاسٹر اور برطانوی پارلیمنٹ کے ہاوس آف لارڈز (دارالامرا) کی رکن ہیں۔ انھوں نے انسانی دماغ پر گرانقدر تحقیقی کام کیا ہے۔

(i)۔ 1962ء میں برطانیہ کی نفیلڈ فاؤنڈیشن (Nuffield Foundation) کے زیر اہتمام سکینڈری سکول کے بچوں کے لیے سائنس کی تعلیم کا جدید طریقہ رائج کیا گیا تھا، جس میں طلبہ کو نہ صرف سائنس کے اصول سکھائے جاتے تھے بلکہ عملی تجربات کے ذریعہ یہ اصول ذہن نشین بھی کروائے جاتے تھے۔

ریاضی دان ہونے کے بارے میں چند ذاتی تاثرات

(Some Personal Reflections on Being a Mathematician)

فلپ اے۔ گرفتھس*

(Phillip A. Griffiths)

انسٹی ٹیوٹ فار ایڈوانسڈ سٹڈی، پرنسٹن ، امریکا

(Institute for Advanced Study, Princetion, USA)

1۔ابتدائی اثرات



© Courtesy of Phillip A. Griffiths

ریاضی کے مضمون کی طرف میں اُس وقت ہی مائل ہو چکا تھا جب میں ابھی ابتدائی سکول کا ایک نوعمر طالبعلم تھا۔ مجھے حساب کا مضمون پڑھنے میں بہت لطف آتا تھا۔ یہ مضمون مجھے بہت آسان لگتا تھااور حساب کے سوال کرنے میں مزا آتا تھا۔ریاضی میں میری دلچسپی اس وقت ایک جنون کی شکل اختیار کرگئی جب میں اپنی پہلی عظیم ٹیچر سے ملا۔ مسز لوٹی ولسن(Mrs. Lottie Wilson)، ایک ثانوی اسکول وُ ڈورڈ اکیڈمی (Woodward Academy) میں جو ان دنوں جارجیا ملٹری اکیڈمی (Georgia Military Academy) کے نام سے جانا جاتا تھا، میری ریاضی کی ٹیچر تھیں۔ اس زمانے میں بہت کم خواتین کا ریاضی کی طرف رجحان ہوتا تھا مگر مسز ولسن (Mrs.Wilson) بڑی باصلاحیت اور بلند پائے کی ٹیچر تھیں۔ مجھے یقین ہے کہ اگر انھیں گریجویٹ سکول تک جانے کا موقع مل جاتا تو وہ یونیورسٹی میں پروفیسر ہی ہوتیں۔انھوں نے ہی مجھے یہ احساس دلایا کہ ریاضی کے سوال حل کرنا کتنا اطمینان بخش ہوتا ہے۔ان کی رہنمائی سے ہی مجھے ریاضی کے مضمون کی خوبصورتی کا ادراک ہوا۔

کچھ عرصے بعد مجھے شمالی کیرولائنا (North Carolina) کی ویک فارسٹ یونیورسٹی (Wake Forest University) کے لیے جزوی باسکٹ بال سکالرشپ ملا۔آج پلٹ کر دیکھتا ہوں تو یہ سب بڑا عجیب لگتا ہے۔میں اگرچہ بال کافی دور تک پھینک سکتا تھا تاہم بہت سے دوسرے کھلاڑیوں کی طرح پھرتیلا نہیں تھا اور بال کو باسکٹ میں ڈالنے کے لیے زیادہ اونچی چھلانگ بھی نہیں لگا سکتا تھا۔جب مجھے یہ بتایا گیا کہ میں کھیل

میں زیادہ حصہ نہیں لیا کروں گا تو میرا کام یہ لگا کہ چند دوسرے کھلاڑیوں کو ریاضی کا مضمون پڑھا دوں۔ان کھلاڑیوں میں ایک مجھے ہمیشہ یاد رہے گا۔اُس کا نام سونی جرگن سن(Sonny Jergenson) تھا۔وہ بڑا لحیم شحیم آدمی تھااور کوارٹر بیک (quarterback) پوزیشن پر کھیلتا تھا۔بعد میں اس نے واشنگٹن ریڈ سکنز (Washington Redskins) ٹیم میں شامل ہوکر پیشہ ور فٹ بالر کی حیثیت سے بڑی شہرت حاصل کی۔ میرے خیال میں اس نے ریاضی کم ہی سیکھی ہوگی تاہم میں نے یہ جان لیا کہ ریاضی پڑھانے میں مجھے بہت لطف آتا ہے۔تب سے آج تک میں یہی کام کررہا ہوں۔

2۔علمِ ریاضی کی نوعیت

علمِ ریاضی میرے لئے ایک پسندیدہ مضمون ہونے کی ایک وجہ یہ ہے کہ اس کی زبان وسیع ہونے کے ساتھ ساتھ جامع بھی ہے۔دنیا کی منظرکشی کے کئی طریقے ہیں جو شاعری سے لے کر مصوری تک پھیلے ہوئے ہیں۔لیکن ریاضی کی زبان میں رموزِ دنیا کی وضاحت اس لیے غیر معمولی ہے کہ یہ سائنس کے قواعد کے مطابق ''الفاظ'' کا وہ ذخیرہ فراہم کرتی ہے جس سے یہ سمجھا جا سکتا ہے کہ دنیا کیسے کام کرتی ہے۔اس بات کو یوں سمجھیے کہ ریاضی دان یہ زبان اس بات کی وضاحت کرنے کے لیے استعمال کرتے ہیں کہ کشش ثقل میں سے ایک خلائی جہاز کیسے گزرتا ہے یا پروٹین کی پرتیں کیسے تہہ ہوتی ہیں یا پانی کیسے ایک چٹان کے گرد گھوم کے بہتا ہے۔ ہوسکتا ہے کہ ریاضی دان ایسے مشاہدات کا پہلے ایک مفروضہ قائم کریں اور اگر یہ انہیں معقول لگے تو وہ اسے صحیح ثابت کرنے میں لگ جائیں۔ریاضی کی زبان میں ثبوت مہیا کرنا ہی وہ طریقہ ہے جس کے ذریعے وہ اس کی وضاحت کرتے ہیں کہ دنیا کیسے کام کرتی ہے۔

3۔جیومیٹری کی نوعیت

علمِ ریاضی میں میری سب سے زیادہ دلچسپی جیومیٹری میں ہے۔جیومیٹری کے لفظی معنی ''زمین کی پیمائش کرنا'' ہیں۔ ابتدائی دور کے ماہرینِ جیومیٹری پہاڑوں کی بلندی اور دریاؤں کی چوڑائی جیسے زمینی خدوخال کی پیمائش کرنا چاہتے تھے۔ چنانچہ انھوں نے پہاڑوں پر چڑھے بغیر اور دریاؤں کے پار اُترے بغیر فاصلوں اور زاویوں کی مدد سے ان کی پیمائش کرنے کے طریقے ڈھونڈ لیے۔لہٰذا جن لوگوں نے ریاضی کے کرشمے دیکھے تھے وہ اس کا احترام کرتے تھے۔جیومیٹری کی زبان ایک بصری نوعیت کی ہے۔مشکل اور پیچیدہ سوالوں کو حل کرنے کے لیے آپ محض آنکھیں بند کر کے تخیلات کے ذریعے جیومیٹری کو کام میں لا سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر اس طرح آپ یہ تصور باندھ سکتے ہیں کہ مادے کی کتنی جہتیں ہوسکتی ہیں یا بلیک ہول (black hole) کے اندر میکانیت کی نوعیت کیا ہو جاتی ہے۔ میں اکثر کشتی رانی پر نکل جاتا ہوں اور عرشے پر لیٹ کر

آسمان کو دیکھتے ہوئے جیومیٹری کے بارے میں سوچتا ہوں۔ میرے بہترین تصورات میں سے چند اس وقت میرے ذہن میں آئے جب میں کشتی رانی کر رہا تھا یا پہاڑوں اور آبادی سے دور زمینی راستوں پر پیدل چل رہا ہوتا تھا یا نیوجرسی (New Jersey) میں اپنے گھر سے دریائے ڈیلاوئیر (DelawareRiver) کو دیکھ رہا ہوتا تھا۔

4۔ میری پیشہ وارانہ خدمات

دوسرے سائنسدانوں کی طرح میری بھی یہ خوش قسمتی رہی ہے کہ میں اپنے شعبہ سے متعلق بڑی قدآور شخصیات سے مستفید ہوا ہوں ۔ ان میں سے چند نام یہ ہیں: ناروے کے نیلز ہنرک ایبل (Neils Henrik Abel)[(i)]، امریکا کے ڈان سپینسر (Don Spencer)[(ii)]، فرانس کے شارل اِیمل پیکاغ (Charles Emile Picard)[(iii)]، اور چین کے ایس ایس چرن (S.S.Chern)[(iv)]۔سائنسدان اور ریاضی دان دنیا کے ہر حصے میں پائے جاتے ہیں۔ میری اعلیٰ تعلیم بنیادی طور پر ان عظیم ریاضی دانوں کے کام کو سمجھ کر اُس کو تھوڑی سی وسعت دینا تھی۔ گریجویٹ اسٹڈیز کے دوران جن مضامین میں مجھے دلچسپی تھی ان پر اچھی نصابی کتب موجود نہیں تھیں، اس لیے مجھے مجبوراً ریاضی دانوں کے کام کے اصلی مقالے پڑھنا پڑے۔ یہ ایک مشکل کام تو ہے مگر جو شخص اپنے مضمون میں مکمل عبور حاصل کرنا چاہتا ہو اس کے لیے اتنا ہی مفید بھی ہے۔ میں اپنے ابتدائی ایام کے اساتذہ اور اپنے شرکائے کار کا مشکور ہوں جن کی بدولت میں ریاضی کے تین شعبوں، پیچیدہ تجزیے (complex analysis)، الجبرائی جیومیٹری (algebraic geometry) اور تفرقی مساواتوں (differential equations) میں اپنے طور پر کچھ اضافہ کرنے میں کامیاب رہا ہوں۔ ایک ریاضی دان سب سے اہم کردار جو ادا کرسکتا ہے وہ ایک اچھے استاد کا ہے اور میں توقع کرتا ہوں کہ میں اپنے کچھ طلبہ کے لیے کم از کم اتنا کرنے میں کامیاب رہا ہوں جتنا میرے اساتذہ نے میرے لیے کیا تھا۔

5۔ عالمی خدمات

ریاضی دانوں کی اپنے شعبہ میں دلچسپی لینے کی ایک وجہ یہ بھی ہے کہ اِس شعبہ میں باقی دنیا کو فائدہ پہنچانے کی طاقت ہے۔ جو لوگ علمِ ریاضی میں اپنی بنیادی تفہیم مضبوط کر لیتے ہیں وہ دوسرے سائنسی علوم کو بھی کافی فائدہ پہنچا سکتے ہیں کیونکہ ان کے پاس مظاہر کو بیان کرنے کی زبان اور تجزیہ کرنے کے ایسے طریقے ہوتے ہیں جن کے ذریعے وہ پیچیدہ سوالات کا بڑے نپے تلے انداز میں انتہائی موزوں جواب لا سکتے ہیں۔ طبیعیات، کمپیوٹر سائنس، مادیاتی سائنس (materials science)، وبائی امراض کے علوم (epidemiology) اور انجینئرنگ کے شعبوں میں تواتر کے ساتھ علمِ ریاضی کا استعمال ہوتا ہے۔ ریاضی دان حیاتیات کے ماہرین کے ساتھ مل کر یہ سمجھنے کی کوشش کر رہے ہیں کہ جینز (genes) اور پروٹین کس طرح کام کرتے ہیں۔ یہ جاننے کے

لیے کہ بیماریاں کیسے پھیلتی ہیں، وہ وبائی امراض کے ماہرین کے ساتھ کام کر رہے ہیں۔ انٹارٹیکا (Antartica) کے اوپر اوزون (ozone) گیس کی تہوں میں جو سوراخ ہو گیا ہے اس کے متعلق معلومات حاصل کرنے کے لیے وہ ماہرین موسمیات کے شریک کار ہیں۔ اسی طرح علمِ ریاضی سائنس سے ہٹ کر بھی کئی شعبوں میں مدد فراہم کر رہی ہے۔ مثال کے طور پر مالی ماہرین کو بازار حصص میں خرید و فروخت کے خطرات کا اندازہ لگانے کے قابل بنانا اور انٹرنیٹ کے ماہرین کو سکیورٹی کوڈ (security codes) بنانے کے قابل بنانا بھی علمِ ریاضی سے ہی ممکن ہوتا ہے۔

ایک بنیادی اوزار کے طور پر ریاضی کی افادیت ان لوگوں پر بھی عیاں ہوتی چلی جا رہی ہے جو اس شعبے سے متعلق نہیں ہیں۔ تاہم ان کے لیے یہ سمجھنا بہت مشکل ہوتا ہے کہ ریاضی کے خوبصورت ہونے کا کیا مطلب ہے اور یہ بڑی بدقسمتی کی بات ہے کہ صرف چند لوگوں کو یہ موقع ملتا ہے کہ وہ دنیا کو اس خاص تناظر میں دیکھ سکیں۔ کسی سوال کو حل کرنا کچھ ایسے ہی ہے جیسے پکوان کی ایک پیچیدہ ترکیب کو اس طرح استعمال کیا جائے کہ پکوان بالکل ٹھیک بن جائے، پھر اس ترکیب کو دہرایا جائے تاکہ وہ بہتر سے مزید بہتر ہو جائے۔

طلبہ کو علمِ ریاضی اس طرح پڑھانا کہ وہ اسے اچھی طرح سمجھ لیں اور اس کے اندر چھپی ہوئی خوبصورتی کی قدر کر سکیں میری پیشہ وارانہ زندگی کی سب سے بڑی خوشیوں میں سے ایک ہے۔

حواشی

* **تعارف:** فلپ اے۔ گرفتھس (Phillip A. Griffiths)، پیدائش 1938ء، ایک امریکی ریاضی دان ہیں۔ انھوں نے الجبرائی جیومیٹری میں بہت کام کیا اور 2008ء میں وولف انعام (Wolf Prize) حاصل کیا اُن کا تعلق امریکہ کی ڈیوک (Duke)، ہارورڈ (Harvard)، پرنسٹن (Princeton) اور کیلیفورنیا (California) یونیورسٹیوں سے رہا ہے۔

(i)۔ نیلز ہنرک ایبل (Neils Henrik Abel)، 1829ء -1802ء، ناروے کے ریاضی دان تھے۔ جنھوں نے ثابت کیا کہ کونٹک مساوات (Quintic Equation) کو ریڈیکلز (Radicals) کے ذریعے حل کرنا ممکن نہیں ہے۔ ایبل پرائز (Abel Prize) ان ہی کے نام سے منسوب ہے۔

(ii)۔ ڈان کلیٹن اسپنسر (Don Clayton Spencer)، 2001ء-1912ء، ایک امریکی ریاضی دان تھے، جیومیٹری میں اپنے کام کی وجہ سے ممتاز تھے۔

(iii)۔ شارل ایمل پیکاغ (Charles Emile Picard)، 1941ء - 1856ء، ایک فرانسیسی ریاضی دان تھے۔ ان کی زیادہ تر توجہ ریاضی، طبیعیات اور انجینئرنگ کے طلبہ کی تربیت پر رہی، انھوں نے تجزیے پر کلاسیکی کتاب لکھی اور نظریۂ اضافیت پر لکھی گئی اولین کتابوں میں ایک ان کی لکھی ہوئی ہے۔ ایملی پیکارڈ میڈل (Emile Picard Medal) ان کے نام پر ہے۔

(iv)۔ شنگ شین چرن (S.S.Chern)، 2004ء - 1911ء ایک چینی نژاد امریکی ریاضی دان تھے۔ ان کا شمار تفرقی جیومیٹری (Differential Geometry) کے بیسویں صدی کے ممتاز ماہرین میں ہوتا ہے۔

ٹوپالوجی(i) میں نظریۂ اعداد کا زیادہ سے زیادہ استعمال

(More and More Number Theory in Topology)

فریڈرک ای۔پی۔ ہرزے بروخ*

(Friedrich E.P. Hirzebruch)

میکس پلانک انسٹی ٹیوٹ برائے ریاضی، بون، جرمنی

(Max-Planck Institut für Mathematik, Bonn, Germany)



© Courtesy of the Max Planck Institute of Mathematics

میں جرمنی کی ریاست ویسٹ فالن (Westfalen) کے شہر ہیم (Hamm) میں اکتوبر 1927ء میں پیدا ہوا۔ میرے والد ایک ثانوی سکول کے ڈائریکٹر تھے اور ریاضی پڑھاتے تھے۔ چنانچہ میں ایک ایسے ماحول میں پروان چڑھا جہاں میرے اردگرد ریاضی کی کتابیں تھیں اور ایک ایسے والد موجود تھے جو ہمیشہ میرے سوالوں کے جواب دینے کی اہلیت رکھتے تھے۔ کم عمری سے ہی مجھے اعداد میں دلچسپی تھی۔ میں نے تھرمامیٹر کا مشاہدہ کیا اور مجھے معلوم ہوا کہ اس پر صفر سے بھی نیچے اعداد درج ہیں اور دو ایسے طریقۂ کار ہیں جو جمع اور تفریق کہلاتے ہیں۔ مجھے اپنے والد کی مدد حاصل تھی، خاص طور پر ضرب کا طریقہ سیکھنے کے لیے۔ سیکھنے کا یہ عمل بہت پُر لطف تھا اور اس سے پہلے کہ میں ابتدائی سکول میں داخل ہوتا میرے والد نے مجھے یہ سکھا دیا تھا کہ دس اور بیس کے درمیان کے اعداد کو ایک دوسرے کے ساتھ کیسے ضرب دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر:

$$17 \times 18 = (10+7+8) \times 10 + 7 \times 8 = 306$$

$$(10+a)(10+b) = (10+a+b) \times 10 + ab$$

یہ بہت آسان لیکن کارآمد ترکیب ہے۔ جب اُستاد سکول میں حساب کی ذہنی مشق کراتے تو جونہی وہ دس اور بیس کے درمیان کے اعداد میں سے کوئی سے دو اعداد کو زبانی ضرب دینے کا کہتے میرا ہاتھ جواب کے لیے کھڑا ہو جاتا۔ اس طرح سے اور دوسرے مختلف انداز سے مجھے اعداد کے ساتھ مشقیں کرنا پسند تھا۔ ابتدائی اور ثانوی سکولوں میں باقاعدہ تربیت کے ساتھ ساتھ میں دلچسپ کتابیں بھی پڑھتا تھا۔ ان میں سے مجھے ہانز

راڈے ماخر(Hans Rademacher) اور اوٹو ٹوپلٹز (Otto Toeplitz) کی کتاب ''اعداد اور اشکال'' (Von Zahlen und Figuren) بہت پسند تھی۔ یہ کتاب 1933ء میں شائع ہوئی تھی۔ غالباً 1938ء میں جب میں نے اس کا مطالعہ شروع کیا تو اس وقت مجھے یہ نہیں معلوم تھا کہ ان دونوں مصنفوں پر کیا بیت چکی ہے۔ نازیوں کی حکمرانی کی وجہ سے انھیں جرمنی چھوڑ کر جانا پڑا۔ ٹوپلٹز کا تو 1940ء میں یروشلم میں انتقال ہو گیا تھا۔ اس کتاب کا جرمن زبان سے انگریزی میں ترجمہ ہربرٹ سوکرمین (Herbert Zukerman) نے کیا اور اس کا نام ''ریاضی کا لطف'' (The Enjoyment of Mathematics) رکھا گیا۔ انگریزی میں اس کا پہلا ایڈیشن 1957ء میں شائع ہوا تھا۔ اس کا پیش لفظ ہانز راڈے ماخر نے ہی لکھا جو اس وقت فلاڈلفیا میں رہتے تھے۔ اس سے پہلے جرمن ایڈیشن کے تعارف میں راڈے ماخر اور ٹوپلٹز لکھتے ہیں ''ہماری تصنیف ایسے حقائق پر زور نہیں دیتی جس کو سائنس کی دوسری شاخیں عام لوگوں کے لیے منکشف کر سکتی ہیں بلکہ ہم نے مظاہر کی مختلف اقسام، سوالات تجویز کرنے اور انھیں حل کرنے کے طریقوں پر بحث کی ہے''۔ ان کی کتاب یہ بتاتی ہے کہ موسیقی کے حسن کی طرح ریاضی کی خوبصورتی کو بھی چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں میں پیش کیا جا سکتا ہے تاکہ سیکھنے کی ابتدا کرنے والے اور شائقین بھی اس سے استفادہ حاصل کر سکیں۔ ہائی سکول سے ہی طلبہ کو چاہیے کہ وہ ریاضی کے بنیادی اُصولوں کو جان لیں تاکہ ریاضی کے حسن کو دیکھ سکیں۔

کوئی سا بھی علم سیکھنے کے لیے بنیادی ضرورت اچھے اساتذہ کی ہوتی ہے اور مجھے خوشی ہے کہ مجھے اچھے اساتذہ، اپنے والد اور ''ریاضی کے لطف'' جیسی عمدہ کتب ملیں۔ آیئے میں مثال کے طور پر ان کتابوں میں سے کچھ ایسے موضوعات پیش کروں جن سے میں نے اپنی نوعمری میں خاصا لطف اُٹھایا اور جو ہائی سکول کے زیادہ تر طلبہ کی دسترس میں ہیں۔

<u>مُفرد اعداد کی ترتیب</u>[(ii)] <u>(The Sequence of Prime Numbers)</u>: جن میں کچھ حسابی ترتیبوں (arithmatic sequences) کے اندر لا محدود پھیلے ہوئے مُفرد اعداد کا مسئلہ آ جاتا ہے۔ <u>بے نسبتی قطعات اور غیر منطقی اعداد</u>[(iii)] <u>(Incommensurable Segments and Irrational Numbers)</u>: زمانہ قدیم کے یونانیوں کو اُس وقت ذہنی دھچکہ لگا جب انہیں پتہ چلا کہ ایک مربع کے ضلع اور قطر کی پیمائشوں کی کوئی مشترکہ ناپ کی اکائی نہیں ہے۔ <u>ایک پیڈل مثلث کی اقلی خصوصیت (A Minimum Property of the Pedal Triangle)</u>: یہ درج ذیل سوال کا جواب ہے۔ فرض کریں کہ ایک حادة الزاویہ مثلث ہے (جس کا ہر انفرادی زاویہ نوے درجے سے کم ہو) اور آپ سے کہا جاتا ہے کہ اس کے اندر ایک ایسی مثلث بنائیں جس کا احاطہ (Perimeter) قلیل ترین ہو۔ (یہ ایسے ہی ہے جیسے ایک حادة الزاویہ مثلث میز پر بلئیر ڈھکیلنا)۔ <u>فیثا غورث</u>

<u>کے اعداد اور فرما کا کلیہ</u>[iv]<u>(Pythagorean Numbers and Fermat's Theorem): دوری اعشاری کسروں(Periodic Decimal Fractions)</u> اور نمبروں کے نظریے سے دورانیے کی طوالت معلوم کرنا۔ یہ اور اس طرح کے دوسرے موضوعات سکول کے دوسرے نصابی کاموں کے ساتھ ریاضی کو آسان انداز میں پر لطف بنا دیتے ہیں۔ ان طلبہ کو مبارک باد دی جا سکتی ہے جنھیں کوئی ایسا اُستاد ملا جو گا ہے بگاہے ان کے سامنے ریاضی کا کوئی خوبصورت ہیرہ رکھ دیتا ہے تا کہ وہ عمومی تربیت کے بوجھل کام میں کچھ تفریح حاصل کر لیں۔

جنگ اور بموں کے ایام میں پہلے ایک فوجی معاون کے طور پر اور پھر باقاعدہ فوجی بن کر فوجی خدمات انجام دینے کے عمل نے مجھ سے نہ صرف لڑکپن کی پُر مسرت زندگی چھین لی بلکہ ریاضی دان بننے کی ابتدا کو بھی التوا میں ڈال دیا۔ صرف 1943ء تک میری اسکول کی تعلیم کسی حد تک معمول کے مطابق ہوئی۔ پھر مارچ 1945ء میں جب میری عمر سترّہ برس تھی مجھے فوج میں باقاعدہ شمولیت اختیار کرنا پڑی۔ میں اپریل میں جنگی قیدی بن گیا اور جولائی 1945ء کو رہا ہو کر واپس گھر آ گیا۔ میں ان لوگوں کے مقابلے میں بہت خوش قسمت تھا جنھیں جنگی قیدیوں کے کیمپوں میں برسوں قید کاٹنا پڑی۔ قید کے دوران ریاضی میرے بہت کام آئی۔ ہمیں جس کیمپ میں رکھا گیا تھا وہاں ہمیں امریکیوں کی طرف سے ہنگامی بنیادوں پر خشک راشن ملتا تھا۔ خوراک کے ان پیکٹوں کے ساتھ ٹوائلٹ پیپر اور بعض اوقات ایک پنسل بھی ہوتی تھی۔ قید کے دوران ہمیں ایک کھلے میدان میں رکھا گیا تھا۔ میں نے بارش اور تیز ہوا سے تھوڑا بہت بچنے کے لیے خود ہی زمین میں ایک سوراخ بنا لیا تھا۔ اس میں بیٹھ کر میں ٹوائلٹ پیپر پر ریاضی کے مسائل حل کرتا اور ان کلیوں کو درست ثابت کرنے کے طریقوں کو یاد کرنے کی کوشش کرتا رہتا جو مجھے بہت پسند تھے۔

میں نے واپس آ کر نومبر 1945ء میں مُنسٹر (Munster) یونیورسٹی میں ریاضی کی تعلیم لینا شروع کی۔ اس وقت یہ شہر تباہ ہو چکا تھا۔ تاہم تمام مشکلات اور اس احساس کے باوجود کہ ہم جرمنوں سے بڑے ہولناک جرم سرزد ہوئے ہیں، ریاضی کے سرور نے مجھے اور میرے ان ساتھی طلبہ کو جو کئی برس کی فوجی خدمت انجام دے کر واپس آئے تھے بڑی مضبوط اخلاقی معاونت فراہم کی۔

1952ء میں مجھے نیو جرسی کے شہر پرنسٹن کے اعلیٰ تعلیمی ادارے (Institute for Advance Study) میں کام کرنے کی پیشکش ہوئی۔ 1952ء سے 1954ء تک میں اس ادارے کا رکن رہا۔ یہاں دنیا بھر سے آئے ہوئے ریاضی دانوں کے مابین تواتر سے جاری رہنے والے مباحث سے میں نے بہت تجربہ حاصل کیا۔ اس بصیرت افروز ماحول میں میں نے اپنے اہم ترین کام کی تخلیق کی۔

میں نے ٹوپالوجی(topology) اور مینی فولڈ نظریے (theory of manifold) کے جدید ترین

طریقوں کو سیکھا، خاص طور پر میں نے رینی تھام (Rene' Thom) کے اس کام کو پڑھا جو حال ہی میں سامنے آیا تھا اور پھر ان کا اطلاق الجبریائی جیومیٹری اور ان مینی فولڈ پر کیا جن کو الجبرا کی مساواتوں کے ذریعے بیان کیا جاسکتا ہے۔ یوں میں نے الجبریائی قوسین یا ریمانِ روخ کلیہ (Riemann-Roch theorem) کے کلاسیکی نظریات (classical theorems) کو اعلیٰ جہتی الجبریائی مینی فولڈز (algebraic manifolds of higher dimensions) میں استعمال کر دکھایا۔ علم ریاضی کی مختلف شاخوں کے مابین غیر متوقع طور پر سامنے آنے والے باہمی تعلق نے ہمیشہ ہی مجھے اپنے سحر میں گرفتار کیے رکھا۔ آگے چل کر میں نے جو کام کیے ان میں بھی یہی سحر کار فرما رہا اور یوں نظریۂ اعداد (number theory) اور ٹوپالوجی کے درمیان ایک باہمی رشتہ استوار ہُوا۔ ایم۔ ایف۔ اتیاہ (M. F. Atiyah) اور آئی۔ ایم۔ سنگر (I. M. Singer) کا انڈکس کلیہ (Index Theorem) میرے ریمن۔ روخ کلیہ (Riemann-Roch theorem) کی ایک مضبوط عمومی شکل ہے۔ اس کلیے کی ایک متوازی شکل (equivariant version) موجود ہے جس نے متفرق مقررہ نقاط (isolated fixed points) کی مدد سے نقشوں (maps) کے ایک دلچسپ مطالعے کی نشاندہی کی۔ اس طرح مقررہ نقطوں کے ذریعے اظہار کا وہ طریقہ سامنے آیا جو اعداد کے نظریے میں میرے پسندیدہ مصنف راڈے ماخر (Rademacher) سمیت دوسرے بھی استعمال کرتے تھے۔ یوں غیر متوقع طور پر اعداد کے نظریے اور ٹوپالوجی کے درمیان ایک تعلق قائم ہو گیا۔ 1970ء میں جب پرنسٹن میں شعبۂ ریاضی کی نئی عمارت کے افتتاح کی خوشی میں ''ریاضی کے مستقبل کے امکانات'' (Prospects in Mathematics) پر مذاکرے کا انعقاد ہوا تو میں نے اس میں ٹوپالوجی میں زیادہ سے زیادہ نظریہ اعداد (more and more number theory in topology) کے استعمال کو موضوع بنانے کی تجویز دی۔

مجھے اس میں ریاضی کے فکری اتحاد کی ایک جھلک دکھائی دی جو میرے لیے باعثِ مسرت تھی۔ ریاضی کے مختلف شعبے ایک دوسرے کے ساتھ اور دوسرے شعبوں کے ساتھ مل کر کام کرتے ہیں۔ آج کل نظریاتی طبیعیات میں تحقیق کے لیے لازم ہے کہ آپ الجبریائی جیومیٹری (algebraic geometry) اور انڈکس نظریے (index theory) جیسے موضوعات سے اچھی طرح واقف ہوں۔

حواشی

* **تعارف:** فریڈرک ارنسٹ پیٹر ہرزے بروخ (Friedrich E. P. Hirzebruch)، 2012ء-1927ء، جرمن ریاضی دان تھے انھوں نے ٹوپالوجی اور الجبریائی جیومیٹری میں بڑا کام کیا اور جس وقت زیرِ نظر کتاب انگریزی میں شائع ہوئی تو وہ زندہ تھے۔ انھوں نے وولف پرائز، لوباچیوسکی میڈل (Lobachevsky Medal)، آئن سٹائن میڈل اور کئی دوسرے

اعزازات حاصل کیے۔

(i)۔ ٹوپالوجی(topology) ریاضی کی وہ شاخ ہے جس میں اشیاء کی اُن خصوصیات کا مطالعہ کیا جاتا ہے جو متواتر مسخ (continuous deformation) کرنے کے عمل (جیسے کھینچنا، موڑنا، بل دینا، پچکانہ وغیرہ) کے دوران تبدیل نہیں ہوتیں۔ یہ مضمون جیومیٹری اور سیٹ نظریہ (set theory) کے اتصال سے وجود میں آیا ہے۔

(ii)۔ وہ اعداد جو ایک سے بڑے ہوتے ہیں اور جو اپنے آپ پر یا ایک سے ہی تقسیم ہو سکتے ہیں، انھیں مُفرد اعداد کہتے ہیں۔

(iii)۔ ریاضی میں غیر منطقی اعداد (irrational numbers) ایسے اعداد کو کہتے ہیں جنہیں سادہ کسری عدد (simple fraction) کے طور پر نہ لکھا جا سکے۔ مثلاً؟......3.14159۔ اگر دو لائنوں کی لمبائی کو باہم تقسیم کیا جائے اور حاصل تقسیم غیر منطقی عدد ہو، تو ایسی لائنوں کے قطعات کو غیر متناسب قطعات (incommensurable segments) کہتے ہیں۔

(iv)۔ فیثاغورث (Pythagoras) ایک یونانی مفکر تھا جس نے جیومیٹری کے حوالے سے یہ دریافت کیا تھا کہ اگر زاویہ قائمہ کی مثلث میں وتر کی پیمائش ''c'' ہو اور باقی دو اضلاع کی پیمائش ''a'' اور ''b'' ہو تو اسے $a^2 + b^2 = c^2$ کی شکل میں بیان کیا جا سکتا ہے۔ جبکہ فرما (Fermat) نے 1637ء میں اعداد کا جو کلیہ بیان کیا اس میں کہا گیا تھا کہ مثبت اعداد ''c، b، a'' میں سے کسی کو لے کر بنائی گئی مساوات $a^n + b^n = c^n$ میں اگر ''n'' کی قیمت 2 سے بڑا کوئی بھی عدد ہو تو یہ کلیے پر پوری نہیں اُترتی۔

سائنس میں پروان چڑھنا

(Growing up in 'Science')

جان جے۔ ہوپ فیلڈ*

(John J. Hopfield)

پرنسٹن یونیورسٹی، پرنسٹن، امریکا

(Princeton University, Princeton, USA)



© Courtesy of John J. Hopfield

بچے قدرتی طور پر متجسس ہوتے ہیں۔ اس تجسس کی تسکین کے لیے وہ کئی کام کرتے ہیں، مثلاً وہ کیڑے مکوڑوں کا ردّعمل جاننے کے لیے ان سے چھیڑ خانی کرتے ہیں، وہ ندی کے بہتے پانی میں یہ دیکھنے کے لیے لکڑی کے چھوٹے ٹکڑے ڈال دیتے ہیں کہ وہ کسی چیز میں پھنس کر رک جانے سے پہلے کتنی دور تک جائیں گے، وہ یہ دیکھنے کے لیے کھلونے کے حصّے الگ کر دیں گے کہ اس کے ٹکڑے کیسے لگتے ہیں اور وہ اس بات پر حیران ہوں گے کہ جب پانی نالی (drain) میں گرتا ہے تو وہ کہاں غائب ہو جاتا ہے۔

میں ایک ایسے گھرانے میں پروان چڑھا ہوں جہاں بچوں میں چیزوں کو اُلٹ پلٹ کر جانچنے کی عادت کو نہ صرف برداشت کیا جاتا تھا بلکہ اس کی حوصلہ افزائی بھی کی جاتی تھی۔ جہاں تک مجھے یاد ہے میری سرگرمیاں کچن کے فرش سے شروع ہوئی تھیں۔ میں وہاں کھلونا نما کھانا پکانے والے چھوٹے برتنوں سے کھیلتا رہتا تھا اور جن چیزوں کے پیچ کھولے جا سکتے تھے انھیں کھول کر پرزہ پرزہ کر دیتا تھا۔ میرے والد ہر چیز کی مرمت کر لیتے تھے، چاہے وہ ٹپکتی ہوئی چھت ہو یا ریڈیو یا پلمبنگ کا کوئی کام۔ وہ الیکٹریشن کا کام بھی کر لیتے تھے، پیانو کی ٹیوننگ اور کار کی خرابی بھی دور کر سکتے تھے اور سبزیاں وغیرہ اُگانے کا کام بھی جانتے تھے۔ میرے بچپن میں جب وہ ایسا کوئی کام کرتے تو میں انھیں دیکھتا رہتا تھا اور وہ مجھے بتاتے تھے کہ ان کے خیال میں خرابی کہاں ہے اور وہ خاص چیز کیسے کام کرتی ہے۔ میری والدہ کے پاس سنگر کی بہت پرانی سلائی مشین تھی اور اس مشین کی دراز میں ایک چھوٹا سا پیچ کس تھا جس سے وہ مشین کی روانی درست کرتی رہتی تھیں۔ مجھے اس پیچ کس کو ہاتھ لگانے

کی اس شرط پر اجازت تھی کہ میں اسے پھر واپس اُسی جگہ رکھ دوں گا۔ اِس دوران مَیں اسے جہاں بھی استعمال کروں اُس سے درگزر کیا جاتا تھا۔ کئی سال بعد میری والدہ نے مجھے ہمارے خاندانی ڈاکٹر کی آمد کا ایک قصہ سنایا۔ وہ میری بہنوں میں سے ایک کا معائنہ کرنے آیا تھا اور جب وہ جانے لگا تو اس نے بڑے پریشان کُن انداز میں اور سختی بھرے لہجے میں بتایا کہ میں نے اس کے فونوگراف[(i)] (phonograph) کو کھول دیا ہے اور اس کے پرزے لاؤنج کے فرش پر بکھرے ہوئے ہیں۔ قصہ مختصر وہ کہنا یہ چاہ رہا تھا کہ میری صحیح طرح نگہداشت نہیں ہو رہی، اسی لیے میں بدتمیز ہو گیا ہوں۔ میری ماں نے میری اس حرکت پر حیرت زدہ ہوئے بغیر کہا، ''آپ گھبرائیں نہیں اگر یہ بچہ اس کے پرزے دوبارہ نہیں جوڑ سکا تو اس کے والد اسے ضرور جوڑ دیں گے۔'' مجھے آج بھی والدہ کے اس پیچ کَس کی شکل یاد ہے۔ ہمارے گھر کی ایک اور دلچسپ چیز ایک بڑا محدب عدسہ تھا، جو چیونٹیوں کا معائنہ کرنے اور کاغذ کے ٹکڑے میں سورج کی شعاعوں سے آگ لگا کر سوراخ کرنے کے کام آتا تھا۔

کچھ عرصہ بعد میری والدہ نے کچن میں میری کیمیا کی مشق کرنے کی حوصلہ افزائی کرتے ہوئے مجھے چند ٹیسٹ ٹیوب، ان کے کارک اور بچوں کی ایک کتاب دے دی جس میں بتایا گیا تھا کہ پرانی بیٹری کے کھوکھے میں سے زنک (zink) نکال کر اور اس میں تیز سرکہ شامل کرنے سے ہائیڈروجن کیسے بنائی جا سکتی ہے یا اگر سرکے اور میٹھے سوڈے کو ٹیسٹ ٹیوب میں ملا دیا جائے تو اس ٹیوب کا کارک کمرے کے ایک کونے سے دوسرے کونے تک کیسے داغا جا سکتا ہے۔ اس کتاب میں گندھک کو گرم کر کے پگھلانے اور مزید گرم کرنے سے ظاہر ہونے والی بے شمار غیر معمولی خصوصیات بیان کی گئی تھیں اور یہ بھی بتایا گیا تھا کہ چینی اور نمک کے مجرد قلم (single crystal) کیسے بنائے جا سکتے ہیں۔ ہائیڈروجن کی شناخت کے لیے بتایا گیا تھا کہ اگر اسے ماچس کی جلتی تیلی دکھائی جائے تو وہ بھک کی آواز سے جل اُٹھتی ہے۔ ان تجربات کے دوران مجھ سے ویسے شاندار قلم (crystal) تو نہیں بنے جیسے کتابوں کی تصویروں میں نظر آتے تھے، اس کے باوجود ان کا متشاکل ڈھانچا (symmetric form) دیکھ کر اس پر حیران ہوا جا سکتا تھا کہ یہ کیسے بن گئے۔ نظر نہ آنے والی روشنائی (invisible ink) ایک اور حیران کن کارنامہ تھا جسے بڑی آسانی کے ساتھ کچن میں انجام دیا جا سکتا تھا۔ کیمیا کی لیبارٹری میں تیزابیت جانچنے کے لیے اکثر طلبا کا جس چیز سے واسطہ پڑتا ہے وہ لٹمس پیپر (litmus paper) کہلاتا ہے، جو تیزابی محلول میں ڈالتے ہی رنگ بدل لیتا ہے، مگر میرے والد نے مجھے دکھایا کہ سرخ رنگ کی بند گوبھی کو بھی اس کام کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ یہ اپنے اردگرد موجود تیزابیت کے لحاظ سے نیلی یا سرخ ہو جاتی ہے۔

بجلی سے تجربات میں نے تب شروع کیے جب مجھے کچھ بیٹریاں، تھوڑی سی تار اور کچھ بجلی کے بلب لا کر دیئے گئے۔ اس سلسلے میں جو کام مجھے زیادہ یاد رہ گیا وہ کیلوں کے گچھے کے گرد بجلی کی تاروں کو لپیٹ کر ان سے برقی مقناطیس بنانا تھا اور خوشی خوشی یہ معلوم کرنا کہ اس سے کون کون سے کام لیے جا سکتے ہیں، مثلاً ٹیلی گراف بنا کر اپنے بیڈروم سے کچن تک پیغام رسانی کرنا۔

اس کے بعد مجھے وہ کھلونے اور اوزاروں کا سیٹ ملا جنھیں جوڑ کر گھریلو استعمال کی چیزیں بنائی جا سکتی تھیں۔ میرا شوق میری اناڑی انگلیوں کے لیے اور دستیاب پرزوں کے مقابلے میں ہمیشہ بڑا رہا۔ میں کوئی ایسی چیز بنانا چاہتا تھا جو کارآمد ہو اور کوئی دلچسپ کام کر کے دکھائے۔ میری سالگرہ پر عام طور پر مجھے چرخی، رسی، آری، ہتھوڑا اور کیلوں جیسی سادہ چیزیں تحفے میں دی جاتی تھیں تا کہ میں نئی نئی چیزیں بنانے کی ترکیبیں ڈھونڈ سکوں۔

مجھے ایک ریڈیو کی خواہش ہوئی مگر میرے والدین کو وہ شور پسند نہیں تھا جو اس سے پیدا ہوتا تھا۔ اس لیے طے یہ ہوا کہ میں کرسٹل ریڈیو (crystal set) بناؤں جو ایک ایسا ریڈیو ہوتا ہے جس میں ویکیوم ٹیوبیں[ii] (vacuum tubes) استعمال نہیں ہوتیں۔ یہ ٹرانزسٹر (transistor) سے پہلے کا زمانہ تھا۔ چنانچہ مجھے پرانی قسم کے ہیڈفون کا ایک سیٹ اور امریکی محکمۂ زراعت کا ایک پرانا رسالہ دیا گیا جس میں کرسٹل کا ریڈیو سیٹ بنانے کا طریقہ بتایا گیا تھا۔ اس میں پرزوں کی جو فہرست دی گئی تھی اس میں ہیڈفون، گیلینا (Galena) کا کرسٹل یعنی لیڈ سلفائیڈ (lead sulfide) اور تار جسے کارڈ بورڈ کی ٹیوبوں کے گرد لپیٹنا تھا، شامل تھے۔ اس طرح بننے والا سیٹ 75 کلومیٹر دور تک کے ریڈیو سٹیشنوں کی نشریات کو بیٹریوں کی مدد کے بغیر پکڑ سکتا تھا۔ (وہ رسالہ 1930ء کا تھا اور اس کا مقصد اُن فارموں تک ریڈیو کو پہنچانا تھا جہاں اس وقت تک بجلی نہیں پہنچی تھی)۔ اس کے بعد میں کوئی ایسا سیٹ بنانا چاہتا تھا جو زیادہ دور کے ریڈیو سٹیشنوں کے سگنل وصول کر سکے۔ اسی تلاش میں مجھے ریڈیو کا ایک ایسا ڈیزائن مل گیا جس میں ایک ہی ویکیوم ٹیوب استعمال ہوتی تھی۔ چنانچہ میں نے یہ ویکیوم ٹیوب خریدنے کے لیے پیسے جمع کرنے شروع کر دیئے۔ یوں اس میدان میں متحرک ہونے سے میرا الیکٹرانکس سے عملی طور پر تعارف ہوا۔ میں نے بڑی سادہ چیزیں بنائیں پھر اُن میں کچھ تبدیلیاں کیں تا کہ یہ جان سکوں کہ کون سی چیز بہتر کام کرتی ہے۔ یہ سب چیزیں بہت کم خرچ تھیں۔ ان مختلف ادوار سے گزرنے کے باوجود مجھے کرسٹل سیٹ میں سب سے زیادہ پُراسرار بات، جس پر میں حیران ہوتا رہا، یہ تھی کہ تار کے ایک ٹکڑے کو جب گیلینا کے ایک کرسٹل کے ساتھ جوڑا جاتا ہے تو وہ کیسے ریڈیو کی لہروں کو آواز میں تبدیل کر دیتا ہے۔ مجھے یہ بات اس وقت سمجھ آئی جب بارہ سال بعد میں طبیعیات کا گریجویٹ طالب علم بنا۔

اس کے بعد ایک بائیسکل نے مجھے نئے مواقع فراہم کیے۔ پہیے کے اندر لگی تاریں ٹوٹ جاتیں یا بریک گڑ بڑ کرتی تو میں سب کچھ کھول کے بیٹھ جاتا۔ ایسے میں میرے والد میری مدد کرتے اور کبھی کبھی مجھے ان کے ساتھ کسی سائیکل کی مرمت والی دکان پر بھی جانا پڑتا تھا۔ مقصد سائیکل کی مرمت کروانا نہیں ہوتا تھا کیونکہ اس پر بہت رقم خرچ ہوتی تھی، بلکہ ہم تو ضروری پرزے خریدنے اور یہ پتہ کرنے جاتے تھے کہ ان کو کیسے جوڑنا ہے۔

بعدازاں میں نے کٹس (kits) سے ہوائی جہازوں کے ماڈل بنانے شروع کر دیئے۔ میں نے شروع میں جو ہوائی جہاز بنائے انھیں ربڑ بینڈ سے پرواز کی قوت دی گئی تھی۔ بعد میں گیسولین سے چلنے والے چھوٹے انجن کے جہاز بنائے۔ ان سے میں نے بہت کچھ سیکھا اور جب میں نے اپنی پہلی قدرے ناقابل اعتماد کار خریدی تو اس پر جہازوں کے تجربات سے سیکھے ہوئے علم کو ہی استعمال کیا۔ جہاں تک رسالوں اور کتابوں کا تعلق ہے میں نے رسالوں میں سائنس کے متعلق تھوڑا بہت پڑھا تھا اور ایک آدھ کتاب فلکیات پر بھی پڑھی، لیکن میں نے اپنے اندر سب سے زیادہ اس علم ہی کو سمویا کہ روزمرہ کی دنیا کے لیے فائدہ مند ایجادات کیسے کام کرتی ہیں اور اُن کے متعلق جو معلومات بھی مجھے ملیں میں نے انہیں اچھی طرح سے سیکھا اور سمجھا۔

سکول میں سائنس بہت بُرے طریقے سے پڑھائی جاتی تھی۔ بارہ سال کی عمر تک کوئی سائنسی تعلیم تھی ہی نہیں اور اس کے بعد جب سائنس شروع ہوئی تو اساتذہ کا سارا زور اس بات پر تھا کہ ہم چیزوں کے نام یاد کر لیں۔ اُن کا دھیان اس طرف نہیں تھا کہ ہم چیزیں خود بنائیں یا انہیں سمجھنے کی کوشش کریں۔ ان کلاسوں میں میرے نمبر بہت خراب آتے تھے۔ اسی دوران مجھے سائنس کے دو اچھے اُستاد ملے۔ اُن میں سے ایک اُستاد کا تعلق حیاتیات سے تھا۔ وہ تلقین کرتے تھے کہ حقائق کو رٹنے کے بجائے انھیں اچھی طرح ترتیب دیا جائے اور زندہ چیزوں کے درمیان تعلق کو پہچانا جائے۔ یہ سکول سے باہر جا کر فیلڈ میں سائنس سیکھنے کا میرا پہلا تجربہ تھا، جس میں ہم حیات سے متعلق اشیا کا مشاہدہ کرتے تھے۔ دوسرے ہائی سکول کے کیمیا کے اُستاد تھے، جو کم عمر بچوں کے ساتھ ویسا ہی روّیہ رکھتے تھے جیسے وہ بالغ ہوں۔ وہ صحیح طریقے سے لیکچر دے کر پڑھاتے اور سمجھاتے تھے۔ انھوں نے ہی ہمیں لیبارٹری میں کام کرنے کا موقع فراہم کیا جس میں میں نے وہ نفیس تجربات کیے جن کے متعلق میں اپنی نوعمری میں صرف شوق سے پڑھ سکتا تھا۔ یوں میں اچانک اپنی کلاس کا بہترین طالب علم بن گیا۔

طبیعیات دراصل ایسی باتوں پر غوروفکر کرنے کا نام ہے جن کا تعلق موجود اشیاء کے بارے میں تفہیم

کے نہ ہونے سے ہے۔اس کے ذریعے بنیادی اصولوں اور حقائق کو تلاش کیا جاتا ہے اور انہیں مقداری انداز میں بیان کیا جاتا ہے۔اس علم سے وابستہ بعض افراد کائنات کی ابتدا کے اسرار میں کھوجاتے ہیں یا ناقابلِ یقین چھوٹی پیمائش والی دنیا کی خصوصیات کی محبت میں گرفتار ہوجاتے ہیں۔ چونکہ میں اس ماحول میں پلا بڑھا ہوں جہاں مجھے اپنے اردگرد کی چیزوں کو جاننے کا تجسس رہا اور مجھے چیزوں کو سمجھنے اور انھیں اپنے ہاتھوں سے کام میں لانے کا شوق رہا تھا،اس لیے میرے نزدیک سب سے دلچسپ طبیعیات وہ ہوتی ہے جس میں اُن چیزوں کی خصوصیات جانی جاتی ہیں جن کا سائز ایسا ہو کہ ہم انہیں ہاتھوں میں پکڑ سکیں یا آنکھوں سے دیکھ سکیں اور یہ معلوم کریں کہ اُن کا تعلق اُن کے اندر کی خردبینی ساخت اور صفات سے کس طرح بنتا ہے۔

اس پس منظر سے صاف پتا چلتا تھا کہ میری یونیورسٹی کی تعلیم مجھے بالآخر کثیف مادے کی طبیعیات (condensed matter physics) کی طرف لے جائے گی۔ پہلے دس سال میں نے روشنی اور قلمی ٹھوس مادے (crystalline solid) کے باہمی تعامل پر تحقیق کی اور یہ جاننے کی کوشش کی کہ اس قلم کی برقیاتی ساخت اور روشنی کے کوانٹمی پہلوؤں سے کیا تعلق بنتا ہے۔ یہ بڑا خوبصورت دور تھا کیونکہ اُس وقت طبیعیات میں ایسے کئی مسائل موجود تھے جن کے متعلق معلومات صفر کی حد تک تھیں۔ اُس وقت بڑی تعداد میں تجربات ہو رہے تھے اور کسی بھی نظریے کے درست یا غلط ہونے کا فوری پتہ چل جاتا تھا۔اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ اُس وقت کا سائنسی کام عام استعمال کے ریاضیاتی ماڈلوں کا وسیع ذخیرہ بنانے کے لیے بہترین تربیت گاہ بن گیا۔

جیسے جیسے ٹھوس مادہ کے متعلق میری معلومات بڑھتی چلی گئیں میں ان حیاتیاتی نظاموں کی طرف متوجہ ہوتا چلا گیا جن کی بنیادی ترین وضاحت بھی ابھی طبیعیاتی بنیادوں پر نہیں ہوئی تھی اور جن کے متعلق تجرباتی حقائق اور شواہد کو آہستہ آہستہ اکٹھا کیا جارہا تھا تاکہ حقائق کا ایک ایسا ہی نظام بن جائے جیسا کہ طبیعیات کی تعمیر کے لیے بنا تھا۔ میں نے اس کام میں اپنا جو حصہ ڈالا اس کی نوعیت غیر روایتی تھی، کیونکہ میں جس سوال پر غور کرتا تھا وہ مختلف قسم کا ہوتا تھا۔اس میں کچھ کلام نہیں کہ مجھے زیادہ تر نظریاتی حیاتیاتی طبیعیات (theoretical biological physics) میں میرے کام کے حوالے سے پہچانا جاتا ہے۔لیکن میرے اس انتہائی اہم کام کی اساس ابھی تک ریاضی کی عمیق بنیادوں پر استوار نہیں ہوئی۔ میں اس سلسلے میں اب تک اتنا ہی کرسکا ہوں کہ میں نے سادہ مسائل کی نشاندہی کردی ہے،انھیں بڑے واضح انداز میں بیان کیا ہے اور ان کے حل کی اس طرح وضاحت کی ہے کہ وہ نہ صرف سمجھے جاسکیں بلکہ طبیعیاتی تحقیق کے قابل بن سکیں۔

میرے جس مقالے کا سب سے زیادہ حوالہ دیا جاتا ہے وہ ’’دماغ کیسے کام کرتا ہے؟‘‘ کے موضوع پر میرا پہلا مقالہ تھا۔اس مقالے میں طبیعیات کے ایک جانے پہچانے موضوع یعنی مقناطیسیت اور

سپن گلاس(Spin Glass) کو بالواسطہ یادداشت کے نفسیاتی مظاہر سے جوڑا گیا ہے اور باہم مربوط اعصابی خلیوں کے نیٹ ورک کے طرزِعمل کو طبیعیات جیسے تجریدی طریقہ کار سے (abstraction) حل کیا گیا ہے۔ میرے اس کام سے اعصابی حیاتیات میں کمپیوٹنگ کا وہ تصور متعارف ہوا جس کی بنیاد ایک ایسے نظام، جس کے کئی درجات آزادی (degrees of freedom) ہوں، کی حرکیاتی قوسین(Dynamical trajectory) کو ایک (عارضی) مخصوص نقطے کی طرف بڑھنے پر ہو۔ میری یہ فہم ''ہوپ فیلڈ ماڈل''(Hopfield model) کے نام سے مشہور ہوئی اور اس سے جب یہ ظاہر ہو گیا کہ اعصابی حیاتیات میں اُٹھنے والے سوالات طبیعیات کے سوالوں کے کتنے قریب ہیں اور طبیعیات جیسا ماڈل بنانے کا طریقہ اعصابی حیاتیات میں کتنا مفید ثابت ہو سکتا ہے تو بہت سے طبیعیات دان اعصابی حیاتیات کی طرف مائل ہو گئے۔ اس مسئلہ کو جاننے کے لیے مجھے دو سال سے زیادہ مدت تک اعصابی حیاتیات کے اجلاسوں اور سیمیناروں میں شرکت کرنا پڑی تھی۔ سالماتی حیاتیات کے متعلق میرے جس مقالے کا سب سے زیادہ حوالہ دیا جاتا ہے اس میں سالموں کی سطح پر حیاتیاتی عمل کے مطالعے کا ایک عمومی طریقہ بیان کیا گیا ہے جسے حرکی مسودہ خوانی (kinetic proofreading) کہا جا سکتا ہے۔ یہ اس موضوع پر میرا سب سے پہلا مقالہ تھا جس کا ٹی آر این اے(tRNA) یا پروٹین بننے کے عمل سے کوئی تعلق ہے۔ ایک بار پھر معاملہ صحیح سوال اُٹھانے کا تھا۔ ایک ماہر حیاتیات یہ سوال پوچھے گا کہ '' مطلوبہ ردِعمل کیسے واقع ہوا؟'' لیکن میں نے اس کے بجائے یہ سوال پوچھا کہ ''ایک غیر مطلوبہ ردِعمل(reaction) کیوں ظہور پذیر نہیں ہوتا جبکہ وہ مطلوبہ ردِعمل سے بہت ملتا جلتا ہے؟'' اس سوال کے جواب سے میں نے ایک نیا اصول دریافت کرلیا۔

میری سائنس میں حالیہ دلچسپی اس سوال کی طرف ہے کہ ''ہم سوچتے کس طرح ہیں؟'' یہ اُسی قسم کا سوال ہے جنھیں میں ہمیشہ حل کرنے کی کوشش کرتا رہا ہوں، اگرچہ عمر کے ساتھ ساتھ میرے سوالات مشکل ہوتے چلے گئے ہیں۔ ان سوالات کا تعلق حیاتیات سے ہو یا طبیعیات سے کوئی فرق نہیں پڑتا۔ شاید طبیعیات کی بہترین تعریف یہ ہے کہ: ''طبیعیات میں تربیت یافتہ افراد جو کچھ کرتے ہیں وہی طبیعیات ہے۔''

حواشی

* **تعارف:** جون جوزف ہوپ فیلڈ(John J. Hopfield)، پیدائش 1933ء، ایک امریکی سائنسدان ہیں۔ انھوں نے 1982ء میں اُس اعصابی نظام کا تصور دیا جسے نیورل نیٹ ورک(neural network) کہتے ہیں۔ انھوں نے امریکا کے مختلف تعلیمی اداروں میں کام کیا ہے اور 35 سال تک بیل لیبارٹریز(Bell Laboratories) کے ساتھ بھی قریبی تعلق قائم رکھا ہے۔

(i)۔ فونوگراف(Phonograph)1877ء میں تھامس ایڈیسن نے ایجاد کیا تھا۔اس آلہ میں آواز کوریکارڈ کرنے اور اسے دوبارہ پیدا کرنے کی صلاحیت تھی۔ یہ گراما فون کی ابتدائی شکل تھی جو بعد میں ترقی کرکے کیسٹ آلہ پلیئر اور سی ڈی پلیئر میں ڈھل گئی۔

(ii)۔ ویکیوم ٹیوب(Vacuum Tubes): شیشے کی ہوا سے خالی نلکی پر مشتمل ایک ایسا آلہ ہے جو الیکٹرک سگنلوں کو بہتر بنانے اور بڑھانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ 1907ء میں ایجاد ہوئی تھیں۔اس سے ریڈیو اور ٹیلی فون کی ٹیکنالوجی آگے بڑھی۔1947ء میں ان ٹیوبوں کی جگہ ٹرانزسٹر نے لے لی۔

سائنسی زندگی اور کچھ سیاست

(A Life of Science and Some Politics)

جولین سی۔ آر۔ ہنٹ*

(Julian C. R. Hunt)

یونیورسٹی کالج، لندن، برطانیہ

(University College, London, UK)



© Courtesy of Julian C.R. Hunt

سائنسدانوں کی یہ عادت ہوتی ہے کہ وہ سوال پوچھتے چلے جاتے ہیں۔جیسا کہ رومن شاعر اووِڈ (Ovid)[(i)] نے بڑے واضح طور پر بیان کیا ہے کہ انھیں اُس وقت بیحد خوشی ہوتی ہے جب کچھ سوالوں کے جواب مل جاتے ہیں۔تاہم وہ خصوصی طور پر تب خوش ہوتے ہیں جب کسی وضاحت یا نظریے سے ایک ہی وقت میں ان کے کئی سوالوں کے جواب مل جائیں اوراس کے استعمال کی کوئی عملی شکل بھی موجود ہو۔ کچھ سائنسدان اس سوچ میں رہتے ہیں کہ وہ کسی عقدے کا حل نکالنے والے پہلے شخص ہوں لیکن ہم میں سے زیادہ تر سائنس کو ایسا مقابلہ نہیں سمجھتے جس میں دوسروں سے آگے نکلنا لازم ہو۔ بلکہ جب آئزک نیوٹن (Isaac Newton)[(ii)] کو اپنے نظریات سے سیاروں کی حرکات سے متعلق بہت سارے سوالوں کے جواب مل گئے تو انہوں نے اس چیز کو بڑے سلیقے سے یوں بیان کیا کہ اصل چیلنج یہ ہے کہ ہم اپنے سے پہلے والی نسلوں کے سائنسدانوں کے کندھوں پر چڑھ کر دور تک دیکھنے کی کوشش کریں۔

سوال پوچھنے کی اہمیت مجھ پر 1953ء میں اس وقت واضح ہوئی جب میں نے اپنے بھائی کے ہمراہ چھٹیوں کے ایام اپنے عظیم چچا، مشہور ریاضی دان اور سائنسدان، لیوس فرائی رچرڈسن (Lewis Fry Richardson) اوران کی بیوی ڈوروتھیا (Dorothea) کے ساتھ گزارے۔ وہاں ہم گاؤں کے ایک سٹور سے دومختلف قسم کے پینٹ (paint) کے نمونے خرید کر گھر واپس آئے تو ایک قسم کے پینٹ کو پیالے میں ڈال کر چچا

نے اس پر کئی طرح کے کیمیکل ڈالے جن میں گندھک کا تیزاب بھی شامل تھا اور جنہیں وہ اپنی چھوٹی سی لیبارٹری سے لائے تھے۔ پینٹ کا ایک نمونہ بھورا ہو گیا اور سارا گھر بو سے بھر گیا، جبکہ دوسرے نمونے پر جب یہی عمل کیا گیا تو اس میں نہ ہی کوئی تبدیلی ہوئی اور نہ اس نے بُو چھوڑی۔ ہم نے یہ پینٹ خرید لیا۔ میرے چچا رچرڈسن کا گھر سکاٹ لینڈ (Scotland) میں ایک بڑی جھیل کے سامنے تھا۔ وہ دن بھر ایک سائنسدان کی طرح ہی سوچتے رہتے تھے۔ انھوں نے ہمیں بتایا کہ حال ہی میں انھوں نے یہ مطالعہ کیا ہے کہ متلاطم پانی (turbulent) میں بھنور (eddies) پیدا ہونے سے پانی کی سطح پر تیرتی ہوئی سفید گاجریں (parsnips) ایسے بکھر جاتی ہیں جیسے فضا میں غبارے۔

میں نے اپنی زندگی میں ایک سائنسدان، منتظم اور سیاستدان کی حیثیت سے یہ سمجھا ہے کہ سائنسی سوالات اور عملی طریقۂ کار کا اطلاق انسانی رویوں اور زندگی کے تمام دوسرے شعبوں پر بھی بہت مؤثر ثابت ہوتا ہے۔ میں نے رچرڈسن سے شکی مزاج ہونا سیکھا۔ وہ تاریخ کی کتابوں کی ان وضاحتوں پر یقین نہیں رکھتے تھے کہ عظیم رہنما جنگوں کی وجہ بنے، بلکہ بڑی درست تفصیل کے ساتھ انہوں نے یہ بیان کیا کہ ان جنگوں کا تعلق کیسے اُن خاص مقاصد کو پا لینے کے رجحان سے ہوتا ہے جس کے لیے اسلحہ کے انبار لگائے جاتے ہیں اور ان کے مطابق جنگوں سے متعلق تمام اعداد و شمار ایک خاص طرح کے عمومی قانون کے تابع ہوتے ہیں۔ دنیا کے بارے میں یہ سوچ آج بھی انتہائی متنازعہ ہے۔

سائنس میں میری اپنی دلچسپی میکانیات (mechanics) اور سیّال مادہ کی حرکیات (fluid motions) سے تھی۔ خاص طور پر ہوائیں، بھنور اور لہریں (waves) میری توجہ کا مرکز تھیں۔ میرے دادا میکسویل گارنیٹ (Maxwell Garnett)، ٹرینٹی کالج (Trinity College) کیمبرج کے فیلو، ایک ممتاز اطلاقی ریاضی دان اور منتظم تھے، ان سے بھی مجھے علمِ ریاضی کی طرف جانے کی ترغیب ملی۔ میرا لڑکپن بھی اسی رجحان کے تابع گزرا ہے۔ میں اپنی بجلی سے چلنے والی ماڈل ریل گاڑیوں کے راستوں کی منصوبہ بندی کرتا، مکینو (Meccano) کے گیئر باکس بناتا اور سگار رکھنے والے ڈبے میں کرسٹل سے ریڈیو سیٹ بنا کر خوش ہوتا تھا۔ لیکن یہ جاننے کی خواہش کہ طبیعیات کا قدرتی دنیا سے حقیقتاً کیا تعلق ہے، میرے اندر اس وقت اُبھری جب میں نے اپنے دادا کی چھوٹی تفریحی کشتی میں برطانیہ کے جنوبی ساحل سے متصل سمندر میں کشتی رانی شروع کی۔ ایک دفعہ تو میں نے برف باری میں بھی کشتی رانی کا خطرہ مول لے لیا۔ اسی دوران ویسٹ منسٹر (West Minster) ہائی سکول میں، میں نے اپنے دوستوں کے ساتھ مل کر اس نظریے کو جانچنے کے لیے اپنے طور پر تجربہ کرنے کا فیصلہ کیا کہ گودی پر بنے ہوئے کھمبے (pole) کے گرد جب کشتی کی رسی کو ایک چکر دے کر باندھ دیا

جاتا ہے تو یہ رسی، ہچکولے کھاتی کشتی کا اتنا شدید تناؤ کیسے برداشت کر لیتی ہے۔ ریاضی کا یہ کلیہ بالکل درست ثابت ہوا کہ جب رگڑ کا مستقلہ (coefficient) μ ہو تو تناؤ کی شدت $e^{2\mu\pi}$ کے متناسب ہو گی۔ میرا یہ تجربہ ان تجربات میں سے ایک تھا جس نے مجھے قائل کر دیا کہ سائنس بہت اطمینان بخش اور مفید ہوتی ہے۔

یونیورسٹی میں انجینئرنگ کی تعلیم کے دوران میں نے سیال مادہ کی میکانیات (fluid mechanics) اور حرحرکیات (thermodynamics) کے مضامین میں مہارت حاصل کی۔ اس کے ساتھ مجھے اس تحقیق نے متاثر کیا جو بجلی پیدا کرنے کے ان طریقوں کے متعلق تھی جن میں گیسوں کو اتنا گرم کیا جاتا ہے کہ وہ برقی موصل (electrically conducting) بن جاتی ہیں اور پھر انہیں مقناطیسی میدانِ اثر میں سے آواز کی رفتار کے ساتھ گزارا جاتا ہے۔ اس تجربے میں مقناطیسی میدانِ اثر میں سیال موصل مواد کی حرکیات (magnetohydrodynamics, MHD) کا نظریہ استعمال کیا گیا تھا۔ یہ ایک نیا اور دلچسپ موضوع تھا جسے اندرونِ زمین اور بیرونی خلا میں مقناطیسی اثرات کے مطالعے کے لیے 1940ء کی دہائی میں اختیار کیا گیا تھا۔

فلکیاتی طبیعیات (astrophysics) کی انہیں مساواتوں کی مدد سے ہم نے یہ پتا لگایا کہ مقناطیسی میدانِ اثر میں سیال موصل مواد کی حرکت (MHD) کا بہاؤ لیبارٹری اور پاور اسٹیشنوں میں کس طرح غیر متوقع انداز میں ہو سکتا ہے۔ مثال کے طور پر پائپ کی اندرونی سطح پر تیز فوارہ نما پھوار نکل آنا یا بالکل اُلٹ سمت میں چل نکلنا۔ پھر جیسا کہ سائنس اور ٹیکنالوجی کی دنیا میں اکثر ہوتا ہے کہ جیسے ہی کوئی دوسرا اہم موضوع سامنے آتا ہے تو جس پر تحقیقات ہو رہی ہوتی ہے اس کی اہمیت کم ہو جاتی ہے۔ ہماری اِن تحقیقات کے ساتھ بھی ایسا ہی ہوا۔ اگرچہ ایم ایچ ڈی (MHD) اور نیوکلیائی ادغام (thermonuclear fusion) جس کی بنیاد بھی ایم ایچ ڈی کے طریق کار پر ہوتی ہے، ان دونوں میں تحقیق کرنے والوں کی دلچسپی بدستور برقرار رہی، مگر 1960ء کی دہائی کے آخر تک توانائی کے یہ ذرائع ان متوقع فوائد کی اُمیدوں پر پورے نہیں اُتر سکے جو ان سے باندھی گئی تھیں۔

جہاں تک میرا تعلق ہے، میں ماحولیات کے سائنسی اور عملی مسائل کی طرف مائل ہوتا چلا گیا۔ میری اس دلچسپی کی بڑی محرک وہ تصاویر تھیں جو چاند سے ''نیلے سیارے''، یعنی زمین کی لی گئی تھیں۔ پھر دنیا بھر میں پھیلنے والی کیمیائی آلودگی اور تیزابی بارش کے خطرات نے جو سنگین اہمیت اختیار کر لی تھی اس نے بھی مجھے اس طرف آنے پر آمادہ کیا۔ سیّال مادہ کی میکانیات پر تحقیق اِس ضمن میں بھی نمایاں کردار ادا کرنے میں کامیاب رہی، خاص طور پر اُن وسیع بنیادوں پر بننے والی ٹیموں کے کام کے حصے کے طور پر جن میں کیمیا، موسمیات، ارضی طبیعیات اور انجیئرنگ کے علوم شامل تھے۔ بہت سے ماحولیاتی مسائل کے حل کے لیے پہلے اس بات کی

ضرورت ہوتی ہے کہ ان عوامل کا تجزیہ کیا جائے جو ہوا میں ہونے والی اُس تبدیلی سے متاثر ہوتے ہیں جب ہوا عمارتوں، ٹیلوں، ریت کے تودوں، پہاڑوں اور جنگلات وغیرہ سے ٹکراتی ہے۔ متلاطم بھنوروں (turbulent eddies) میں پیدا ہونے والے بگاڑ سے وہ طرزِ عمل متاثر ہوتا ہے جس کی وجہ سے فضا میں موجود ذرات، گیسیں اور فضائی حرارت اوپر کی طرف یا نیچے زمین کی طرف سرایت کرتے ہیں۔ اس سے کسی مقام پر دھوئیں، گرد، ریت کے ذرات، زرگل (pollen) اور درجۂ حرارت کی مجموعی مقدار کا پتا چلتا ہے۔ بعض اوقات ماحولیاتی فضا کی خراب حالت کو کنٹرول کیا جا سکتا ہے۔ مثال کے طور پر آلودگی کو کم کر کے یا شہری علاقوں کو اس طرح ڈیزائن کر کے کہ فضا آلودہ نہ ہو، ایک صحت مند زندگی کی طرف قدم بڑھایا جا سکتا ہے۔ میں کئی عملی تحقیقی مطالعوں میں شامل رہا ہوں مگر ان سب میں اکثر اعلیٰ پائے کی ریاضی کی تحقیق کو استعمال کیا جاتا ہے، مثال کے طور پر فضا میں ہوا کے بہاؤ کے نقوش (flow patterns) میں ٹوپالوجی (topology)[iii] کا استعمال۔ میں اس نتیجے پر پہنچا ہوں کہ بڑے بڑے کمپیوٹروں کی مدد سے ماحول اور سمندر کے اندر نقل وحمل کی پیمائش جو ایک سینٹی میٹر سے لے کر ایک کلومیٹر کے بھنور تک بھی ہو، کو سمجھنے کے لیے ریاضیاتی سوچ کا استعمال بہت ضروری ہے۔ تحقیق سے یہ بھی پتا چلا ہے کہ ہیجان (turbulence) کے وہ اعداد وشمار (statistics) جو حرکت کے مختلف پیمانوں کی توانائی کو بیان کرتے ہیں کیسے ایک ہی طرح کے ماحولیاتی یا انجینئرنگ کے ذریعہ پیدا کردہ بہاؤ میں مخصوص خدوخال کے حامل ہوتے ہیں۔ ان اعداد وشمار کا تعلق گرداب کی شکل وصورت سے ہوتا ہے (مثلاً وہ بھنور کی طرح ہیں یا فوارہ نما پھوار کی شکل میں) اور اس بات سے بھی کہ وہ ایک دوسرے سے کتنے فاصلے پر وقوع پذیر ہوتے ہیں۔

اس کہانی کا خلاصہ ایل۔ ایف۔ رچرڈسن (L. F. Richardson) کے تحریر کردہ اشعار کی بنیاد پر کیا جا سکتا ہے جو انھوں نے 1920ء کی دہائی میں لکھے تھے۔ ان اشعار میں اُنھوں نے اپنی توجہ متلاطم بہاؤ میں بھنوروں پر مرکوز رکھی تھی۔ اس موضوع پر لکھے جانے والے نئے اشعار میں پیچیدہ بہاؤ کے اندر پُر ہیجان لہروں کے اُٹھان کے جدید خیالات کو سمویا گیا ہے۔

لیوس فرائی رچرڈسن: بڑی گرداب کے اندر چھوٹی گردابیں ہوتی ہیں جو بڑی گرداب کی رفتار کی مرہون منت ہیں،
اور چھوٹی گرداب کے اندر مزید چھوٹی گردابیں ہوتی ہیں۔ جن سے مائع کا گاڑھا پن جنم لیتا ہے۔

جولین ہنٹ: یہ گردابی حرکتیں ایک راگ کی طرح پھیلتی چلی جاتی ہیں،

لیکن کسی چیز سے ٹکرانا، انھیں بے ہنگم شور میں بدل دیتا ہے،
بڑی گرداب کا دھچکا، چھوٹی گرداب کا پھیلاؤ،
پانی میں یا ہوا میں ان کی حرکت نقش ونگار بنا دیتی ہے؛
کبھی لہرا کر، کبھی چکرا کر اور کبھی گھوڑے کے نعل کی سی شکل بنا کر،
ان کے اعداد و شمار بدلتے ہیں اور نئے انداز ظاہر ہوتے چلے جاتے ہیں!

حواشی

* تعارف: جولین سی۔آر۔ہنٹ (Julian C.R. Hunt)، پیدائش 1941ء ، برطانوی سائنسدان اور برطانوی پارلیمنٹ کے ایوان بالا کے جسے ہاؤس آف لارڈز کہتے ہیں، رکن ہیں اور لیبر پارٹی کا ساتھ دیتے ہیں۔انھوں نے کئی سائنسی کتابیں لکھی ہیں جن میں پانی کی لہروں پر ان کی کتاب بہت مقبول ہے۔

(i)۔اووڈ (Ovid)43BC-17AD، کا اصل نام پبلیس اووڈیس ناسو (Publius Ovidins Nasso) تھا جو کلاسیکی رومن ادب کے بانی شاعروں میں شمار ہوتا ہے۔اس کا سب سے مشہور کلام میٹا مورفوسیز (Metamorphoses) ہے جو 15 کتابوں پر مشتمل دیومالائی کہانیوں کا مجموعہ ہے۔

(ii)۔آئزک نیوٹن (Issac Newton) دیکھیے حواشی صفحہ نمبر 26۔

(iii)۔ٹوپالوجی (topology) دیکھیے حواشی صفحہ نمبر 165۔

اعلیٰ صلاحیت ہمیشہ اوائل عمر میں ہی عیاں نہیں ہوتی

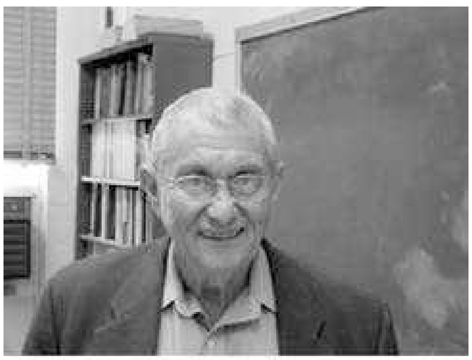
(Talent may not Always be Evident Early)

ڈینیل ڈی۔ جوزف*

(Daniel D. Joseph)

مینی سوٹا یونیورسٹی، امریکا

(University of Minnesota, USA)



© Courtesy of Daniel D. Joseph

میں نے سائنس اور انجینئرنگ کے میدان میں تخلیق کاری سے پُرتسلّی بخش زندگی گزاری ہے۔ مگر میری ابتدائی زندگی کو دیکھا جائے تو کوئی بھی میرے اس شاندار مستقبل کی پیش گوئی نہیں کر سکتا تھا۔ شاید میرے اندر اختراع کی صلاحیت تو موجود تھی لیکن اس کے آثار حقیقت کے منظرِ عام پر آنے سے پہلے ظاہر نہیں ہوئے تھے۔ اس سے یہ سبق ملتا ہے کہ آپ کو اپنی صلاحیتوں کو پوری طرح جانے بغیر خود کو کمتر نہیں سمجھنا چاہیے۔

میرے والد شکاگو میں زیورات کا کاروبار کرتے تھے۔ وہ روس سے امریکہ ترکِ وطن والی لہر کے دوران امریکہ بھاگ آئے تھے۔ ان کے خاندان میں اور میری والدہ کے خاندان میں بھی کسی نے یونیورسٹی کی تعلیم حاصل نہیں کی تھی اور نہ ہی کوئی اور علمی استعداد حاصل کی تھی۔ اس لیے نہ تو مجھ سے کسی کو توقع تھی اور نہ کوئی میری حوصلہ افزائی کرنے والا تھا کہ میں کالج میں داخلہ لے لوں۔ میرے والد نے یہ توقع باندھ رکھی تھی کہ میں ان کے ساتھ کاروبار میں شریک ہو جاؤں گا۔ ہائی سکول میں، میں اوسط درجے کا طالبعلم تھا اور میں نے کوئی ایسی مخصوص سوچ بھی نہیں پال رکھی تھی کہ میں آئندہ کیا بنوں گا۔ میرے محلّہ دار اور سکول کے ساتھی زیادہ تر

دوسری یا تیسری نسل کے یہودی تھے جنہوں نے مجھے علم کے اس احترام سے روشناس کرایا جو میرے خاندان میں ناپید تھا۔ میرے دوستوں میں کچھ خداداد اعلیٰ صلاحیتوں کے مالک لڑکے بھی شامل تھے جنھوں نے میری زندگی پر گہرے اثرات مرتب کیے۔

ہائی سکول کی تعلیم مکمل کرنے کے بعد میں نے شکاگو کے اندرونِ شہر میں واقع روز ویلٹ کالج (Roosvelt College) میں داخلہ لے لیا جبکہ میرے بہت سے دوست شکاگو یونیورسٹی چلے گئے۔ دو سال بعد میں بھی اس یونیورسٹی میں ان سے آملا تھا۔ شکاگو یونیورسٹی اُس وقت بھی عظیم تھی اور آج بھی ایک عظیم درسگاہ ہے۔ اُن دنوں یعنی 1940ء کے اواخر میں اس کی تنظیم غیر روایتی انداز میں ہوئی تھی۔ اس میں دو سال تک کالج کی طرح اعلیٰ تعلیم دی جاتی تھی پھر طلباء کو مختلف شعبوں میں بھیج دیا جاتا تھا جن کا درجہ سرعت سے تکمیل پانے والے گریجویٹ سکول کے برابر تھا۔ میں نے یہاں سماجی علوم (social sciences) کے شعبے میں داخلہ لیا اور علمِ عمرانیات کو اپنے خصوصی مضمون کے طور پر چنا۔

میں وہاں 1948ء سے 1950ء تک طالبعلم رہا۔ اُن دنوں میں پانچ دوسرے لڑکوں کے ساتھ ایک اپارٹمنٹ میں رہتا تھا۔ ان میں سے کچھ نے بعد میں سماجی خدمت، علمِ عمرانیات اور قانون کے پیشوں میں بہت اعلیٰ مقام حاصل کیا۔ یہ زمانہ شکاگو میں طبیعیات کے لیے ایک سنہری زمانہ تھا۔ جنگ کے دنوں میں سائنسدانوں نے یہاں پہلی بار نیوکلیائی تعامل سے خارج ہونے والی بے پناہ توانائی کو کنٹرول کرنے میں کامیابی حاصل کی تھی اور طبیعیات کے شعبے کے اساتذہ میں اُس وقت کے نامور ترین سائنسدان شامل تھے۔ میرے ساتھ رہنے والے ایک لڑکے نے طبیعیات میں داخلہ لیا ہوا تھا، ہم اُسے ''ہر وقت جھومنے والا بنی'' (Benny the shake) کہہ کر چھیڑتے تھے۔ فائنل امتحان سے پہلے اس کے کلاس کے نوٹس کسی سپر مارکیٹ میں گم ہو گئے اور وہ کامیاب نہ ہو سکا۔ میں یہ تو نہیں کہوں گا کہ وہ اس لیے فیل ہو گیا تھا کہ اس کے نوٹس ہی گم ہو گئے تھے، کیونکہ اس زمانے میں طبیعیات کے گریجویٹ کورسز میں بڑی سخت محنت کرنا پڑتی تھی اور بہت سے طلبہ کامیاب نہیں ہو سکتے تھے۔ اگر میں نے اس زمانے میں طبیعیات میں داخلہ لیا ہوتا تو اس بات کا قوی امکان تھا کہ میں آج سائنس کے پیشے سے وابستہ نہ ہوتا۔

شکاگو میں علمِ عمرانیات کے طالبعلم کی حیثیت سے میرا ریکارڈ بلاشبہ درمیانے درجے کا تھا۔ اس لئے یونیورسٹی نے مجھے چالیس برس تک بھلائے رکھا، پھر وہ وقت بھی آیا کہ 1999ء میں سیال حرکیات (fluid mechnanics) پر

میرے کام کو سراہتے ہوئے شکاگو یونیورسٹی کی طرف سے مجھے اعلیٰ پیشہ ورانہ کامیابی کا اعزازی سرٹیفکیٹ ملا۔ یہ میرے لیے بہت بڑی بات تھی اور میری خوشی کی کوئی انتہا نہیں تھی۔

ان دنوں شکاگو یونیورسٹی کا ماحول بڑا پُر جوش تھا۔ معاشرہ ، سیاست اور زندگی سے متعلق خوب مذاکرے اور مباحثے ہوتے تھے۔ ہم میں کچھ مارکسی سیاست (Marxist politics) میں بہت زیادہ دلچسپی لینے لگے تھے۔ میں بھی اس سے متاثر ہوا اور یہ فلسفہ کئی سال تک میری زندگی پر حاوی رہا۔ علمِ عمرانیات میں ماسٹر ڈگری حاصل کرنے کے بعد میں ، میری بیوی اور ایک اور شادی شدہ جوڑا فرانس چلے گئے۔ وہاں ہم نے کمیونسٹوں کی ریلیوں اور مطالعاتی محفلوں میں شرکت کی اور تھوڑی بہت فرانسیسی زبان بھی سیکھ لی۔ ہم نے اس سفر کے اخراجات جزوی طور پر کچھ کتابوں کی فروخت سے پورے کیے۔ فرانس میں ہم نے ایک سٹور سے جس نے کاروبار ختم کرنے کے لیے سیل لگائی ہوئی تھی ، رعایتی نرخوں پر کئی عمدہ کتابیں خریدیں۔ ان میں سے ایک علم البشر (Anthropology) پر ملینووسکی (Malinowski) کی شاہکار کتاب ''ٹروبرائینڈ کے جزائر'' (The Trobriand Islands) تھی ، جس کی مجھے بعد میں اچھی قیمت مل گئی۔ لیکن مجھے جو بیش قیمت خزانہ ملا وہ لیون ٹراٹسکی[i] (Leon Trotsky) کی کتاب ''انقلاب سے بے وفائی'' (Revolution Betrayed) کی چند کاپیاں تھیں اور میں جانتا تھا کہ ٹراٹسکی کا کوئی بھی مداح اس نایاب شاہکار کے لیے کوئی بھی قیمت دینے کو تیار ہو جائے گا کیونکہ اس کی طباعت بند ہو چکی تھی۔

ہم 1951ء میں امریکا واپس آئے۔ یہ جو میکارتھی[ii] (Joe McCarthy) کا زمانہ تھا۔ ہم نیویارک میں فیکٹری کے مزدوروں میں انقلاب کی روح پھونکنے کے ارادے رکھتے تھے۔ ایک کارخانے میں کچھ عرصہ کام کرنے کے بعد ہم کیلیفورنیا کے شہر برکلے (Berkeley) چلے گئے جہاں میرے پاس دو نوکریاں تھیں۔ ایک نوکری تو بڑے ناگوار سے کارخارنے میں تھی ، جہاں سے فارغ ہو کر میں ایک ورکشاپ میں نوآموز خرادیے کے طور پر کام کرتا تھا۔ ان دنوں میرے پاس ایک چھوٹی سٹوڈ بیکر (Studebaker) کار تھی جو ایک گیلن میں کئی میل کا سفر طے کر جاتی تھی لیکن برکلے کی پہاڑیوں پر چڑھنا اس کے لیے مشکل ہوتا تھا۔ میرے ساتھ کام کرنے والے بڑی کاروں میں آتے تھے جن کے پیچھے مچھلی کے بغلی پروں (tail fins) جیسے دھات کے بنے ہوئے ٹکڑے لگے ہوتے تھے۔ آج وہ مہم جوئی بے معنی لگتی ہے مگر کسی ایسے ملک میں جہاں درگزر کرنے کا جذبہ کم ہو یہ اتنی بے معنی نہیں سمجھی جائے گی۔ آئندہ چند سال مَیں انقلابی تحریک کے معاملے میں بہت مضطرب اور بے چین رہا۔ مجھے اطمینان اس وقت نصیب ہوا جب میں نے خروشیف (Kruschev) کی تقریر سنی جس میں سٹالن (Stalin) کے جرائم کا انکشاف کیا گیا تھا۔ اس تقریر کو سننے کے بعد میں نے تحریک سے علیحدگی اختیار

کر لی۔

سائنس اور انجینئر نگ کی طرف رغبت میرے اندر ان سالوں میں شروع ہوئی جب میں نو آموز خرادیے کی حیثیت سے کام کر رہا تھا۔ یہ کام مجھے بہت پسند تھا۔ میں نسبتاً پیچیدہ شکل کی چیزوں کو بہت مہارت اور عمدگی کے ساتھ بنا لیتا تھا۔ وہاں کے باقی خرادیے بھی اچھے تھے۔ ہم نے ایک مقامی ہائی سکول میں ایک اپرنٹس سکول قائم کر رکھا تھا جس میں مجھے ایک ستارے جیسی نمایاں حیثیت اس لیے حاصل تھی کیونکہ مجھ میں یہ صلاحیت تھی کہ میں سادہ حساب کے سوال بڑی تیزی سے اور بالکل درست طریقے سے حل کر لیتا تھا۔ حقیقت میں میرے لیے یہ پہلا اشارہ تھا کہ میں انجینئر نگ کو اپنا پیشہ بنانے کے لائق ہو جاؤں گا۔ خروشیف کی تقریر کے بعد میں نے شکاگو کے الینائے انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (Illinois Institute of Technology) میں مکینیکل انجینئر نگ کے پروگرام میں داخلہ لے لیا۔ اب مجھے علمِ عمرانیات میں کوئی دلچسپی نہیں رہی تھی لیکن پیسہ کمانے کے لیے مجھے کچھ تو کرنا تھا۔ درس و تدریس کا پیشہ اختیار کرنے کا تو میں نے سوچا بھی نہیں تھا۔

1950ء کی دہائی کے آخری برس روس کے مصنوعی سیارے سپٹنک (sputnik) کے سال تھے اور اس میدان میں روسیوں کے برابر پہنچنے کے لئے امریکی حکومت سائنسی تحقیق کے لیے وافر رقم فراہم کر رہی تھی۔ ایسے میں مَیں اپنی تعلیم کے لیے ایک خاص عزم اور جذبے کے ساتھ عمل پیرا تھا، کیونکہ میں عمر میں بڑا تھا اور مجھ پر خاندان کی ذمہ داریاں بھی تھیں۔ میں بہت اچھے نمبروں سے کامیاب ہوا اور میرا ریکارڈ بھی بہت عمدہ تھا جس کی وجہ سے مجھے ایک اچھا سکالرشپ مل گیا۔ اب میں ایسے راستے پر چل نکلا تھا جس نے یقیناً مجھے سائنسی پیشے کی طرف لے جانا تھا۔ الینائے انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی میں مجھے ایسے لائق پروفیسروں نے پڑھایا جن کا اطلاقی ریاضی اور سیال حرکیات میں بڑا نام تھا۔ مجھے یہ بتانا پڑے گا کہ اس وقت اور اس کے کئی سال بعد تک میں بڑی شدت کے ساتھ اس شک میں مبتلا رہا کہ میں اتنا لائق نہیں ہوں کہ ان مضامین پر عبور حاصل کر سکوں۔ میرے اساتذہ چاہتے تھے کہ میں براؤن یونیورسٹی سے اطلاقی ریاضی میں پوسٹ گریجویشن کروں لیکن میں الینائے انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی میں ہی رہا اور میں نے یہاں سے 1962ء میں پی ایچ ڈی کی ڈگری حاصل کر لی۔ 1963ء میں مجھے منی سوٹا یونیورسٹی (University of Minnesota) کے میکانیات کے شعبے میں ملازمت مل گئی۔ اس وقت سے اب تک میں یہیں ہوں۔

میری سائنسی زندگی کو چند واضح ادوار میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ پہلے دور میں میں نے نظریہ توازن (stability theory) پر اپنی توجہ مرکوز کی اور اطلاقی ریاضی کے مختلف موضوعات پر تحقیقاتی مضامین لکھے۔ میں نے اپنی کتاب ''سیال مادے کی حرکات میں توازن'' (Stability of Fluid Motions) چھ برسوں میں

مکمل کی۔اس کتاب کو لکھنے سے مجھے یہ بات سمجھ آئی کہ جب آپ کتاب لکھنے بیٹھیں تو اچھی بات یہ ہو گی کہ آپ کے پاس تمام مطلوبہ تحقیق کی تفصیل ہو، تاکہ آپ کو موضوع کے متعلق تحقیق خود سے کتاب لکھتے ہوئے نہ کرنی پڑے۔1969ئمیں ، جب میں سبعاتی چھٹی (sabbatical leave) پر لندن یونیورسٹی (University of London) گیا ہوا تھا، میں نے اپنی کتاب پر بہت کام کیا۔اس زمانے میں میرے بچے کہا کرتے تھے کہ ڈیڈی دن کو لکھتے ہیں اور رات کو اسے مٹا دیتے ہیں۔توازن پر میری کتاب کی اچھی پذیرائی ہوئی اور آج بھی اس کی قدر کی جاتی ہے۔اس دور میں میرا تمام کام نظریاتی نوعیت کا نہیں تھا۔گورڈن بیورز (Gordon Beavers) کے ساتھ مل کر میں نے قدرتی سرایت پذیر مسام دار دیوار کی حدودی شرائط (Boundry conditions at a naturally permeable wall) پر ایک مضمون لکھا، جو میرے پی ایچ ڈی کے مقالے پر مبنی تجرباتی تحقیق کا موضوع ہے۔میرے اس مضمون نے ایک نئی راہ کھولی پھر اس موضوع پر اور کئی مضمون آ گئے جن میں اس نئی حدودی شرائط پر مبنی بڑا اہم کام کیا گیا تھا۔ان میں اس موضوع پر مشہور سائنسدان جی۔ آئی۔ٹیلر (G. I .Taylor) کا آخری سے پہلے والا مقالہ بھی شامل ہے۔

اس کے بعد میری زندگی میں جو دور آیا اس میں ریاضی کا بہت عمل دخل تھا۔میں نے اس دوران کئی مقالے شائع کئے جن کے موضوعات تھے: دو حصوں میں تقسیم کرنے کا ریاضیاتی نظریہ (Mathematical Theroy of bifurcations)، خلل اندازی (Perturbation) کی نہایت ٹھوس کلیہ سازی جس میں ایسی جزوی تفرقی مساواتوں کے حل نکلے جو سیال حرکیات میں غیر ملفوف سطح (free surface) کے مسائل کے حل میں استعمال ہوتی ہیں۔بائی آرتھوگونل سیریز (biorthogonal series) کا مکمل اور مرکوز ہونا، کئی مثبت منبع والی غیر خطی منتشری مساوات (nonlinear diffusion equation) کے متعدد حل، حرارت کی لہروں کے نظریے، اور کئی دوسرے موضوعات۔1980ء میں، میں نے جی۔لوس (G. Looss) کے ساتھ مل کر بنیادی استحکام اور دو حصوں میں تقسیم ہونے کا نظریہ (Elementary Stability and Bifurcation Theroy) کے موضوع پر کتاب لکھی۔یہ کتاب ابتدائی نوعیت کی نہیں تھی لیکن اُس وقت کی اس موضوع پر لکھی گئی دوسری کتابوں کی نسبت زیادہ ابتدائی ہے۔اس کتاب کو لکھنے میں بڑا مزاہ آیا کیونکہ اس میں مضمون کو نہایت سادہ طریقے سے متعارف کراتے ہوئے مسطح قوسین (Plane curves) کے استحکام اور تقسیم کو بیان کیا گیا تھا۔

اس زمانے میں میری دلچسپی کا مرکز وہ سیال مادے بن گئے جو لچکدار اور گاڑھے (Viscoelastic) ہوتے ہیں۔یہ سیال مادے بڑی دلچسپ نوعیت کے ہوتے ہیں کیونکہ یہ ایسی حرکات کو جنم دیتے ہیں جو عمومی وجدان (intuition) کے برخلاف ہوتی ہے۔جب ایک سلاخ کو عام سیال مادے میں گھمایا جاتا ہے تو سلاخ

کے قریب سیال کی سطح نیچے ہو جاتی ہے جیسے نہانے کے ٹب میں پانی نکاسی کے وقت گرداب کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔لیکن جب لچکدار اور گاڑھے سیال مادے میں سلاخ کو گھمایا جاتا ہے تو یہ سلاخ کے اوپر چڑھتا چلا جاتا ہے۔اس میں چڑھائی کی بلندی بڑی ڈرامائی ہوسکتی ہے۔اس موضوع پر عام سوچ سے متضاد (contrarian) نقطہ نظر زیادہ موزوں ہے یعنی اپنے وجدان کو یہ بتانا ہوگا کہ پانی یا گلیسرین جیسے سادہ سیال مادے سے جو امید رکھی جاتی ہے، آپ کو اس کے بالکل برخلاف رویے کی توقع کرنا چاہیے۔ لچکدار اور گاڑھا سیال مادہ دوسروں سے مختلف ہوتا ہے کیونکہ دباؤ اور شکل میں تبدیلی کے درمیان جو تعلق ہے وہ خطی (linear) نہیں ہوتا اور دباؤ کی موجودہ کیفیت کا انحصار شکلی تبدیلی کی گزشتہ تاریخ پر ہوتا ہے۔ میں نے ان سیال مادوں کے ریاضیاتی نظریے پر کام کیا ہے اور ان کے سلاخ کے اوپر چڑھنے جیسے اہم مسائل کو حل کیا ہے اور ان مسائل کو بھی حل کیا ہے جہاں غیر خطی دباؤ (nonlinear stress) زیادہ اہم ہو جائے۔ میں نے گاڑھے سیال مادے کی لچک اور اس کی یادداشت کے درمیان ایک ریاضیاتی تعلق دریافت کیا ہے جس کے نتیجے میں زوال پذیر موجیں (decaying waves) جنم لیتی ہیں اور میں نے ایک ایسا میٹر ایجاد کیا جو لچکدار اور گاڑھے سیال مادے کی لہروں کی رفتار کی پیمائش کر سکے اور یہ معلوم کر سکے کہ یہ لہریں کتنی دیر میں سکون پذیر ہو جاتی ہیں۔اس کام کو میں نے اختصار سے اپنی کتاب ''لچکدار اور گاڑھے سیال مادے کی حرکیات'' (Dynamics of Viscoelastic Fluids) میں بیان کیا ہے۔ جب 1990ء میں مجھے نیشنل اکیڈمی برائے سائنسز کے لیے منتخب کیا گیا تو اس موقع پر میرے کام کے متعلق جو الفاظ کہے گئے وہ کچھ یوں تھے ''جوزف نے لچکدار اور گاڑھے سیال مادے کے خواص کی تشریح کے لیے ریاضیاتی بنیادیں فراہم کی ہیں۔اس نے جو نظریاتی ڈھانچہ مرتب کیا ہے اور جو شاندار تجربات کیے ہیں اس نے محققوں کی پوری نسل میں جوش اور ولولے کی نئی روح پھونک دی ہے''۔

یہ نہیں سمجھ لینا چاہیے کہ سائنس کی تحقیق میں زندگی گزارنا سیدھی سیدھی لطف اندوزی ہی ہے۔ یہاں آپ کے ساتھی ایک جارح گروہ کی حیثیت رکھتے ہیں اور یہ ناموری کے حصول کے لیے ایک دوسرے کے سخت حریف ہوتے ہیں۔اس سلسلے میں ممکن ہے کہ یہ دلیل دی جا سکے کہ جرائد کا وہ نظام جس میں آپ کے ہم منصب ساتھی ہی آپ کے کام کا باریک بینی سے جائزہ لیتے ہیں (peer review system) اس لیے بہت اچھے طریقے سے کام کر رہا ہے کہ وہ نہیں چاہتے کہ آپ کامیاب ہوں۔اس کی مثال یوں ہے کہ ابتدائی دنوں میں مجھے ایک عظیم اُستاد کلفرڈ ٹروسڈیل (Clifford Truesdell) ملے جن کے متعلق عام خیال یہ تھا کہ وہ متواصل میکانیات (continuum mechanics) کے میدان میں نفیس کام کے منصف کا درجہ رکھتے ہیں۔اگرچہ شروع میں انھوں نے میری اچھی راہنمائی کی لیکن وہ بعد میں میرے لیے اذیت کار ثابت ہوئے۔

پہلے انھوں نے میرے بارے میں لکھا کہ میں اپنے زمانے کے بہترین اہل دانش میں سے ایک ہوں لیکن جب 1980ء میں میرا رجحان شدت کے ساتھ تجربات اور اطلاق کی طرف ہو گیا تو میرے متعلق ان کی سوچ بدل گئی۔ انھوں نے میرے لیے بڑی پریشانیاں پیدا کر دیں۔ ٹروسڈیل جس جائزہ گروہ کی قیادت کر رہے تھے اور ماضی میں جس کی مجھے حمایت حاصل رہی تھی، اُسی گروہ نے ایک طرح سے مجھے نیچے گرا دیا مگر زندگی اپنی چال چلتی رہتی ہے۔ بقول رولنگ سٹونز (iii) (Rolling Stones) ''بعض اوقات تمھیں وہ نہیں ملتا جس کی تم خواہش کرتے ہو مگر تمھیں وہ مل جاتا ہے جس کی تمھیں ضرورت ہوتی ہے''۔ اسی طرح ان واقعات کے بعد یہ ہوا کہ میں اُبھرتا چلا گیا۔ مجھے تمام سرکردہ اکیڈمیوں نے منتخب کیا اور کئی پروفیشنل سوسائٹیوں کی طرف سے مجھے تمغے دیئے گئے۔

ایک تحقیقاتی پروجیکٹ جس پر ہم نے 1980ء کی دہائی کے آخر اور 1990ء کی دہائی میں کام کیا وہ ان پائپ لائنوں کے متعلق تھا جنھیں چکنا کیا جاتا تھا یا وہ خود ہی اپنے آپ کو چکنا کر لیتی تھیں۔ یہ بڑا عملی موضوع تھا اور اس کے امکانی استعمال کی اہمیت بہت تھی۔ اس وقت یہ سوچ اُبھری کہ اگر چپکنے والے گاڑھے تیل (viscous oil) اور پانی کو ایک ساتھ پائپ لائن میں چھوڑا جائے تو تیل پائپ لائن کی دیواروں کی طرف چلا جائے گا اور پانی کے بہاؤ کے لیے پھسلن بنا دے گا۔ اس کے نتیجے میں پمپنگ کے لیے جو بہت سی توانائی استعمال ہوتی ہے اس میں کچھ بچت ہو جائے گی۔ اس منصوبے کا منفی پہلو یہ تھا کہ پائپ لائن میں چھوڑے جانے والے تیل کی دیواروں پر تہ مسلسل موٹی ہوتی چلی جائے گی اور ایک وقت ایسا آئے گا جب یہی تیل پانی کے بہاؤ کا راستہ روک دے گا۔ اس منصوبے پر کام کرتے ہوئے ہم نے پہلے پانی اور تیل کو متوازن رکھنے کے کئی نظریاتی مطالعے کیے جن کا مقصد یہ ثابت کرنا تھا کہ پائپ لائن کی دیواروں کو پانی کے ساتھ چکنا کرنا ہی مناسب اور مستحکم حل ہے۔ اس کے بعد ہم نے کئی عملی تجربے کیے جن کے نتائج ہمارے توازن کے نظریاتی مطالعے کے اعداد و شمار سے بڑی حد تک موافق نکلے۔ 1990ء کی دہائی کے شروع میں ایک کمپنی سنکروڈ کینیڈا (Syncrude Canada) نے ہم سے رابطہ کیا۔ وہ چاہتے تھے کہ ہم یہ معلوم کریں کہ کیا ہمارا پانی کی چکنائی والا طریق کار بیچومن کی جھاگ (bitumen froth) کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے میں بھی کارآمد ثابت ہو سکتا ہے جبکہ اس کے لیے جھاگ کو گرم کرنے اور مٹی کے تیل سے اسے پتلا کرنے کے طریقے بھی موجود ہیں۔ بیچومن کا جھاگ بہت گاڑھا ہوتا ہے اور یہ تیل اور پانی کا ایک متوازن اور مستحکم آمیزہ ہوتا ہے۔ وہ اس تیل کو اس ریت سے کھود کر نکالتے ہیں جس کے اوپر بھاری تیل کی تہ جمی ہوتی ہے۔ گرم پانی کو استعمال کر کے زیادہ تر ریت کو الگ کر لیا جاتا ہے۔ اس طرح تیل میں کچھ پانی رہ جاتا ہے۔ جھاگ نما تیل

بہت گاڑھا ہوتا ہے اس لیے اسے پمپ کرنا بہت مشکل ہے۔ اس آمیزے میں پانی تیل سے لپٹی ہوئی ریت سے حاصل کیا جاتا ہے، جو مٹی سے بھرا ہوتا ہے۔ مٹی کے یہ چھوٹے چھوٹے ذرات پانی میں معلق ہوتے ہیں جس سے پانی جب بہتا ہے تو اس کی رنگت دودھیا ہوتی ہے۔ قسمت کی خوبی دیکھیے کہ جب یہ دیوار سے رگڑ کھاتا ہے تو آمیزہ اجزاء جدا ہو جاتے ہیں اور ایک گاڑھی چکنی تہ بن جاتی ہے۔ ہم اسے ''خود بخود چکنا ہونا'' کہتے ہیں کیونکہ اس میں مزید پانی کو شامل کرنے کی ضرورت نہیں ہوتی۔ یہ گارے والا پانی بہت خوب ہوتا ہے۔ یہ تیل پر چپک جاتا ہے اور تیل کو گاڑھا نہیں ہونے دیتا یعنی بالکل اس طرح ہو جاتا ہے جیسے گُندھے ہوئے آٹے پر سفوف چھڑک دیا جائے۔ ہم نے سنکروڈ کے لیے اس پر تجربات کیے، یہ دیکھنے کے لئے کہ کوئی ایسا مسئلہ پیش نہ آ جائے جس سے کام رُک جائے، لیکن ایسا کچھ نہیں ہوا۔ پھر ہم نے بڑے پیمانے پر منتقلی کے لیے ایک طریقہ نکالا جس پر عمل کرتے ہوئے سنکروڈ نے چھتیس انچ قطر کی ایک پائپ لائن تیار کروائی۔ ہم اس کی جانچ تو نہیں کر سکے مگر وہ آج اس پائپ لائن کو اس خرچ سے چھ سے دس گنا کم خرچ پر چلا رہے ہیں جو صرف پانی کو منتقل کرنے پر اٹھ سکتا تھا۔ اس طرح انھوں نے بڑی بچت کر لی ہے۔

ماضی قریب میں ہم مائع کے اندر ذرات کی حرکت کی براہ راست عددی تمثیل (numerical simulation) پر کام کرتے رہے ہیں۔ ہم نے بڑے طاقتور کمپیوٹر کوڈ بنائے جنھوں نے ہمیں اس قابل بنا دیا کہ ہم ماڈلوں کے بغیر براہ راست مائع کے پتلے مرکبات اور مائع کی تہوؤں میں بہتے ہوئے ذرات کو متحرک کر سکیں۔ عددی تمثیل بھی تجربات کی طرح ہوتی ہے: ہم انھیں عددی تجربات کے طور پر ہی نہیں بلکہ ان تجربات کو ان حقیقی تجربات کے طور پر بھی لیتے ہیں جن میں حاصل شدہ اعداد و شمار کے تجزیہ کر کے مربوط نتائج اخذ کیے جا سکتے ہیں۔ نتائج مربوط کرنے کا یہ طریقہ کار ایک بڑی مقدار کے اعداد و شمار کو مفید کلیوں میں بدل دیتا ہے، یعنی اعداد و شمار سے کلیہ اخذ کرنا، بغیر کسی ماڈل کے یہ عددی تمثیل کو انجینئرنگ کے پیشہ ورانہ کام سے منسلک کرنے کا بہترین طریقہ ہے۔

آج کل میری دلچسپی کا مرکز گاڑھے (viscous) اور لچکدار گاڑھے مادوں (viscoelastic) میں قوہ بہاؤ (potential flow) کا انتہائی نظریاتی موضوع ہے۔ قوہ بہاؤ کا موضوع صدیوں پرانا ہے اور اب تک اس پر جنھوں نے بھی کام کیا ہے انھوں نے مائع کی گاڑھے ہونے کی صلاحیت (viscosity) کو پہلے ہی غائب کر دیا یعنی صفر مانا ہے۔ اسے پتلا قوہ بہاؤ (inviscid potential flow) کہتے ہیں۔ اگر آپ قوہ بہاؤ کو گوگل (Google) پر تلاش کریں تو آپ کو اسی لاکھ جوابات ملیں گے۔ ہم نے جو بیس یا اس سے کچھ زائد تحقیقی مضامین لکھے ہیں انھیں چھوڑ کر، گوگل پر ملنے والے تمام مضامین میں سے کسی میں بھی گاڑھے پن کا تصور نہیں ملے گا

حالانکہ کوئی مادہ ایسا نہیں ہے جس کا گاڑھا پن صفر ہو اور اس کو صفر قرار دینے کی کوئی وجہ بھی نہیں ہے، نہ ہی ایسا کرنے سے کوئی فائدہ ہوتا ہے۔

میری چالیس سال کی تحقیقی زندگی میں مجھے کئی زبردست طلبہ ملے ہیں۔ مجھے ان سے پیار ہے۔ ہم نے جو کچھ تخلیق کیا وہ ان کے بغیر ممکن نہیں تھا۔ میرا خیال ہے کہ وہ بھی مجھ سے پیار کرتے ہیں اور ہمیں دریافت کی خوشیوں اور باہمی احترام نے ایک علمی خاندان بنا دیا ہے۔ بلاشبہ یہ طرزِ زندگی بہت اعلیٰ ہے۔

حواشی

*تعارف: ڈینیل ڈی۔ جوزف (Daniel D. Joseph)، 2011ء-1929ء امریکا کے مکینیکل انجینئر تھے۔ انھوں نے زیرِ نظر مضموں میں اپنی زندگی کے حالات بڑی تفصیل کے ساتھ لکھے ہیں۔ جس وقت یہ کتاب پہلی بار شائع ہونے لگی تو وہ حیات تھے اور انھوں نے نوجوان نسل کے لیے یہ مضموں بڑے شوق سے لکھا تھا۔

(i)۔ لیون ٹراٹسکی (Leon Trotsky)، 1940ء-1879ء روسی مارکسسٹ، انقلابی، نظریہ ساز اور سیاستدان تھے۔ انھوں نے ہی ریڈ آرمی قائم کی تھی اور اس کے پہلے کمانڈر بھی وہ خود تھے۔ پہلے یہ روس کی سوشل ڈیموکریٹک پارٹی کے گروپ مین شوویک کے حامی تھے پھر وہ بولشوویک انقلاب میں 1917ء میں شامل ہوگئے اور وہ پولٹبیورو کے ممبر بھی رہے۔

(ii)۔ جوزف میکارتھی (Joseph McCarthy) 1957ء - 1908ء امریکی سیاستدان جو 1957ء - 1947ء تک امریکی سینیٹ کا ری پبلکن ممبر رہا، اپنی انتہا پسندانہ سوچ پر مبنی سیاست کے ذریعے ہر اُس آدمی کو امریکہ کا دشمن قرار دیتا تھا جو امریکہ میں بائیں بازو کے نظریات رکھتا تھا۔

(iii)۔ رولنگ سٹونز (Rolling Stones) مغربی موسیقی راک (Rock) کا ایک مشہور برطانوی گروپ ہے جو 1962ء میں قائم ہوا اور ابھی تک مقبول عام ہے۔

سائنسی سچائی

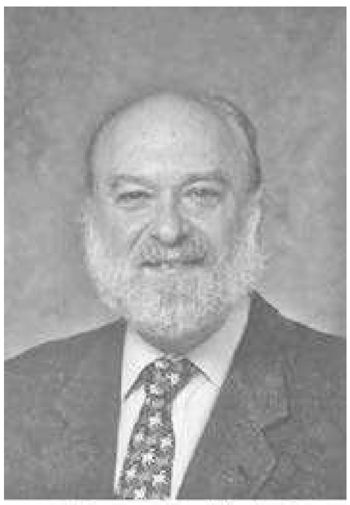
(Scientific Truth)

لیو پی۔کیڈانوف*

(Leo P. Kadanoff)

شکاگو یونیورسٹی، امریکا

(The University of Chicago, USA)



© Courtesy of Leo P. Kadanoff

جب میں نوجوان تھا تو پہلے میرا رجحان ریاضی کی طرف ہوا اور پھر اِس لیے طبیعیات کی طرف ہوگیا کیونکہ طبیعیات میں حقیقی چیزوں کو تلاش کرنے اور انھیں بیان کرنے کا امکان موجود ہے۔ میری آغازِ شباب کی پراگندہ اور پیچیدگیوں سے بھری دنیا کے برعکس ایسے بیان قابلِ تصدیق سچائی کے حامل تھے کہ ''ایک قائمہ مثلث کے لیے ''ا'' کا مربع جمع ''ب'' کا مربع برابر ہے ''ج'' کا مربع''۔ اس کے ساتھ ساتھ اس بات کی بھی تصدیق کی جاسکتی ہے کہ آیا یہ مساوات دوسری قسم کی مثلثوں کے لیے درست ہے یا نہیں۔ میرے لیے یقین کی یہ کیفیت بڑی پُرکشش اور ایک لحاظ سے حیران کن تھی۔

بعد میں مجھے اس امکان نے پہلے سے بھی زیادہ متاثر کیا کہ طبیعیات کے ذریعے دنیا کے حقائق دریافت کیے جاسکتے ہیں۔ میں نے جانا کہ شروڈنگر (Schrodinger) کی مساوات کے ذریعے کوئی بھی ہائیڈروجن کے ایٹم کی حقیقت کھول کر بیان کرسکتا ہے۔ پھر اس صورت حال میں اس بات کا امکان موجود ہے کہ ہائیڈروجن سے خارج ہونے والی طیفی لکیر (emission line from hydrogen) جیسی کسی ایسی چیز کو دریافت کرلیا جائے جو نہ صرف غیر متنازعہ اور حقیقی ہو بلکہ جس کی درست انسانی پیش گوئی ممکن ہو اور خیال خود بخود جس کی طرف کھنچتا چلا جائے۔ اس سوچ نے میرے تخیل کو کچھ اس طرح اپنی گرفت میں لے لیا کہ میں ان چیزوں کو بیان کرنے کے خواب دیکھنے لگا جو سچی ہونے کے ساتھ ساتھ نئی بھی ہوں۔ آغازِ شباب کے ان ایام میں میرے تخیل کی دنیا اس تصور سے آباد تھی کہ میں قدرت کے کسی ایسے پوشیدہ رویے کو دریافت کرلوں گا

جوصرف مجھے پتہ ہوگا۔

اب کئی سال بعد جب میں کم سن نہیں ہوں، میں یہ محسوس کرتا ہوں کہ میری سائنسی زندگی نے یقیناً میری جوانی کے خوبصورت تصورات میں سے کچھ کو حقیقت میں ڈھال دیا ہے۔اس لیے میں اپنی گزری ہوئی اور آج تک کی اپنی پیشہ ورانہ زندگی سے خوش اور مطمئن ہوں۔تاہم اس دوران میں نے کافی وسیع النظری بھی حاصل کر لی ہے اور مجھے یہ احساس ہو گیا ہے کہ حقیقت کو دریافت کرنے اور اس کی اشاعت کی سائنسی صلاحیت زندگی میں کم اہمیت رکھنے والی چیزوں پر توجہ دینے کی قربانی کے عوض ہی حاصل کی جاتی ہے۔ہم سائنسدان محبت ،انصاف، انسانیت یا سچ کی خصوصیات جاننے کی بجائے حقائق کو دریافت کرنے میں مگن رہتے ہیں۔اس لیے میرے تخیل کی وہ بلند پروازی کہ سائنس دنیا کے کن حصوں کا احاطہ کرسکتی ہے، دھیمی پڑ گئی ہے،لیکن میرا سائنس کے متعلق وہ ابتدائی نظریہ آج بھی قائم ہے کہ سائنس کی قدر و قیمت اس امکان میں ہے کہ وہ چیزوں کو دریافت کرسکتی ہے اور اس طرح بیان کرسکتی ہے جس کے معتد بہ اجزاء کے درست ہونے کی تصدیق کی جاسکتی ہو۔

اس طرح کے عمل سے سائنس شاید زندگی کے دوسرے شعبوں کے لیے ایک مثال ثابت ہو۔ ہماری دنیا میں آج ہر طرف جھوٹ ہی جھوٹ ہے۔ہم دیکھ رہے ہیں کہ ہماری دنیا میں انسانوں کے ایک پورے گروہ کو برا قرار دے دیا جاتا ہے یا تیل کے ایسے کنوئیں کو جس کی پیداواری صلاحیت ختم ہو چکی ہے، اسے تیل کی پیداوار دینے والوں میں شمار کرلیا جاتا ہے یا ایک گروہی سیاسی سوچ کو عالمگیر سوچ قرار دے دیا جاتا ہے یا انتظامیہ کی کسی خرد برد کے متعلق یہ کہا جاتا ہے کہ ''حصص برداروں کے مفاد کے تحفظ'' کے لیے ایسا کیا گیا ہے۔ان جھوٹی باتوں کی بدولت دنیا دکھ اٹھا رہی ہے۔ایسے میں سائنس اور سائنسدان جو بہت بڑا فائدہ پہنچا سکتے ہیں وہ یہ ہے کہ وہ اس بات کی مثال بن جائیں کہ ان کی اپنی دنیا میں ایسی برائیوں کی نہ تو اجازت ہے اور نہ ہی اس کا کوئی صلہ دیا جاتا ہے۔

افسوس کہ ایسا نہیں ہے۔سائنسی دنیا کے سکینڈل بھی زندگی کے دوسرے شعبوں جیسے ہی ہیں۔جب ہم عام درجۂ حرارت پر جوہری مرکزوں کے ادغام(cold fusion) کے بارے میں بے تحاشا پرامید ہو جاتے ہیں یا زیادہ درجۂ حرارت پر وقوع پذیر ہونے والے جوہری مرکزوں کے ادغام(hot fusion)، کے تجربات سے بہت زیادہ توقعات باندھ لیتے ہیں یا ہم ایسی ٹیکنالوجی کی ضرورت ڈھونڈ نکالتے ہیں جس سے سیارچوں کو گرایا جاسکے یا ہم سائنس کے ان شعبوں میں بھاری سرمایہ کاری پر اصرار کرتے ہیں جن کی اصلاً کوئی خاص افادیت نہیں ہوتی تو ہم میں اور ہمارے اردگرد کی دنیا میں موجود ان لوگوں میں کوئی فرق نہیں رہتا جوصرف

اپنے ذاتی مفاد پر یقین رکھتے ہیں اور اُسی کے لیے تگ ودو کرتے ہیں۔ جب تک ہم سائنس کے لیے رقوم اکٹھا کرنے کی غرض سے ان نا قابل یقین بیانات کا استعمال کرتے رہیں گے تو ہم اس شکایت کو برحق قرار نہیں دے سکیں گے کہ حکومتِ امریکا سائنسی حقائق کو اپنے مفادات کی تکمیل کے لیے غلط انداز میں استعمال کر رہی ہے۔ جب تک ہم ان انتظامی ناکامیوں پر پردہ ڈالتے رہیں گے جن کی وجہ سے بیٹلاگ (Batlogg)، بیل لیبارٹیریز(Bell Laboratories) اور لوسنٹ(Lucent) کے نام شون[(i)](Schon) کے دھوکا دہی پرمبنی تحقیقی کام کی فہرست میں شامل ہوئے، اس وقت تک ہم یہ دعویٰ نہیں کر سکتے کہ ہماری سائنسی دنیا، کارپوریٹ اکاؤنٹنگ(corporate accounting) کی دنیا سے بہتر طور پر چلائی جا رہی ہے۔ اور اگر ہم سائنسدان سچ کی نمائندگی نہیں کریں گے تو پھر کون کرے گا؟

حواشی

* **تعارف:** لیو فلپ کیڈانوف(Leo P. Kadanoff)، پیدائش 1937ء ایک امریکی طبیعیات دان ہیں۔ وہ شکاگو یونیورسٹی میں طبیعیات کے پروفیسر اور طبیعیات کی امریکی سوسائٹی کے سابق صدر ہیں۔ انھوں نے شماریاتی طبیعیات، افراتفری(Chaos) کے نظریے اور کثیف مادے کی نظریاتی طبیعیات پر بہت کام کیا ہے۔ انھیں وولف فاؤنڈیشن ایوارڈ (Wolf Foundation Award 1980ء) ایلیٹ کریسن میڈل(Elliott Cresson Medal)، بولٹزمین میڈل (Boltzmann Medal 1989ء)، گرینڈ میڈل (Grande Medaille d'Or)، امریکہ کا نیشنل میڈل برائے سائنس USA (National Medal of Science, 1999ء) اور بہت سے انعامات مل چکے ہیں۔ ان کی کتاب ''کوانٹم شماریاتی میکانیات''(Quantum Statistical Mechanics) بہت مقبول ہے اور اس کا کئی زبانوں میں ترجمہ ہو چکا ہے۔

(i)۔ طبیعیات کے جرمن طالب علم جان ہینڈرک شون(Jan Hendrik Schon) (پیدائش 1970ء) نے نیم موصلی طبیعیات میں ایسے تجربات کے نتائج شائع کیے جو حیران کن تھے۔ اسے امریکہ کی بہترین ٹیکنالوجی کی صنعتوں میں ملازمت دی گئی اور 2001ء اور 2002ء میں کئی معزز انعامات سے نوازا گیا لیکن بالآخر انکشاف ہوا کہ اس کے حاصل کردہ سائنسی نتائج اصل میں دھوکہ دہی تھی۔

فلکیات،ٹیکنالوجی اور خلا کی دنیا میں دراندازی

(Forays Into The World of Astronomy, Technology and Space)

کرشنا سوامی کستوری رنگن *

(Krishnaswamy Kasturirangan)

ممبر آف پارلیمنٹ (راجیہ سبھا)، بنگلور، انڈیا

(Member of Parliament (Rajya Sabha) Bangalore,India)



© Courtesy of Krishnaswamy Kasturirangan

فلکیات کی سحر انگیزی میری زندگی میں اُس وقت سے ہی داخل ہو گئی تھی جب 1940ء کی دہائی میں مَیں جنوبی بھارت کی ریاست کیرالہ کے ایک چھوٹے سے قصبے ارناکولم میں بچپن گذار رہا تھا۔ اُس زمانے میں آج کے شہروں جیسی روشنیوں کا پس منظر نہیں ہوتا تھا۔ راتوں میں ستاروں بھرا آسمان پوری آب وتاب کے ساتھ روشن ہوتا تھا، جو میرے ذہن میں رُعب اور حیرت کا احساس پیدا کر دیتا تھا۔ مجھے ابھی تک کہکشاں کا وہ خوبصورت منظر شدت سے یاد ہے جو ارناکولم کے آسمان پر مالا کی طرح پرویا ہوتا تھا۔ ایسے مناظر آج کل کسی شہر میں مشکل سے ہی ملتے ہیں۔ اس منظر نے میرے تخیل کو مہمیز لگائی اور مجھے یہ سوچنے پر مجبور کیا کہ آخر اس کی اصلیت کیا ہے۔ جب میں ہائی سکول کی تعلیم کے لیے ارناکولم چھوڑ کر ممبئی پہنچا تو رات کے آسمان کو سمجھنے کی کوشش میرے لیے ایک شدید جنون بن گئی۔ میرے ہائی سکول کی تعلیم اور کالج کے ابتدائی دور میں اسی جذبے نے میرے اندر طبیعیات اور ریاضی میں دلچسپی پیدا کر دی۔ میرے لیے طبیعیات سیکھنا محض اس لیے خوشی کی بات تھی کہ اس سے روزمرہ اشیا کے پس پردہ ان اصولوں کو سمجھنے میں مدد ملتی ہے جن کے وہ تابع ہوتے ہیں۔ اسی طرح ریاضی میرے لیے خوبصورتی سے تشکیل دیا گیا ایک کھیل تھا، جس کے اپنے قواعد وضوابط تھے۔ اور جب کسی سوال کو حل کرنے کا مرحلہ آتا، تو کوئی لمحہ بے کیف نہیں گزرتا تھا۔ اس دلچسپی کو برقرار رکھتے ہوئے میں نے ممبئی یونیورسٹی سے طبیعیات میں ماسٹرز کی ڈگری حاصل کی، لیکن ان تمام برسوں میں فلکیات میں میری دلچسپی کم نہیں ہوئی، بلکہ طبیعیات کو بہتر طور پر سمجھنے سے

میری اس دلچسپی کو مزید تقویت ملی۔

لگ بھگ اسی زمانے میں مجھے پتہ چلا کہ ڈاکٹر وکرم سارا بھائی (Dr. Vikram Sarabhai) کے ساتھ کام کرنے کا ایک موقع موجود ہے۔ ڈاکٹر وکرم سارا بھائی کائناتی شعاعوں (Cosmic Rays) کے مشہور ماہر طبیعیات تھے، جو احمد آباد کی فزیکل ریسرچ لیبارٹری (Physical Research Laboratory, PRL) میں فلکیات کے بارے میں کام شروع کرنے کے لیے اقدامات کر رہے تھے۔ یہ لیبارٹری کائناتی شعاعوں اور فضائی طبیعیات (atmospheric physics) پر ریسرچ کے حوالے سے بہت مشہور تھی۔

جب میں نے ان سے رابطہ کر کے یہ بتایا کہ میں فلکیات میں تحقیق کرنا چاہتا ہوں تو انھوں نے فوری طور پر مجھے بات چیت کے لیے بلا لیا۔ مجھے وہ اسلوب واضح طور پر یاد ہے جس سے ڈاکٹر سارا بھائی میری علمی دلچسپیوں کا جائزہ لیتے گئے۔ تعلیمی سطح پر انھوں نے جو سوال پوچھے، وہ بنیادی اور اعلیٰ درجہ کی طبیعیات دونوں پر مشتمل تھے۔ ان میں سے اکثر سوال سیدھے سادھے تھے، لیکن کچھ سوال ایسے تھے جو گہرائی سے سوچنے پر مجبور کرتے تھے۔ تحقیق کے لیے میرے عزم کو پرکھنے کے لیے انھوں نے واضح کیا کہ تحقیق کے پیشے میں کتنی محنت اور مشقت درکار ہوتی ہے، اور مالی معاوضہ بھی بہت کم ہوتا ہے اور سب سے بڑھ کر یہ کہ پی ایچ ڈی کے لیے کی جانے والی تحقیق میں مسائل کے حل میں غیر یقینی کا ایک پہلو ہوتا ہے۔ میں نے اپنی دلچسپی اور تحقیق کو جاری رکھنے کے عزم کا مؤثر دفاع کیا۔ تب انھوں نے بھارت کو خلائی تحقیق میں اعلیٰ مقام دلانے کے لیے اپنی زبردست خواہش کا خاکہ پیش کیا۔ شاید اس طرح وہ یہ بتانا چاہ رہے تھے کہ وہ مجھے اس میدان میں بہت دور تک جاتا دیکھ رہے ہیں۔ انھوں نے میری اس بات سے اتفاق کیا کہ مجھے ایکس ریز کی فلکیات (X-ray astronomy) کے نئے ابھرتے ہوئے موضوع پر کام کرنا چاہیے۔ یہ موضوع بمشکل ایک سال پرانا تھا، جب مجمّع نجوم عقرب (constellation Scorpious) میں پہلے ایکس رے ستارے کی دریافت ہوئی تھی۔

مجھے تحقیق کے پیشے میں لانے اور ایک تجرباتی طبیعیات دان بنانے میں ڈاکٹر سارا بھائی نے جو طریقہ اختیار کیا وہ منفرد تھا۔ اس طرح کے متنوع امور کے ذریعے جیسے شیٹ میٹل (دھات کی چادریں) کاٹنا، پاور سسٹمز کے لیے ڈھانچہ (chassis) بنانا، سادہ پاور سپلائی ڈیزائن کرنا، شیشہ دھونکنا (glass blowing)، گائیگر مولر شمارندہ[ii] (Geiger Muller counter) کی تیاری کے لیے ویکیوم سسٹم (vacuum system) بنانا، مختلف الیکٹرانک سرکٹ ڈیزائن کرنا اور آخر میں کائناتی شعاعوں کے سراغ کے لیے غباروں کے اندر رکھے جانے والے مخصوص تجرباتی سامان (pay load) تیار کرنا، انھوں نے مجھے اپنے ہاتھ سے کام کرنے کے تجربے سے روشناس کرایا۔ ان تکنیکی فنون کو سیکھنے میں، میں نے قریب قریب دو سال لگا دیئے۔ اس کے ساتھ ساتھ مجھے طبیعیات کے مختلف پہلوؤں

کا گہرا مطالعہ بھی کروایا گیا، جن میں ذرات اور برقی مقناطیسی شعاعوں کا فضا اور بین النجوم واسطے میں سے سفر اور تعامل، مختلف نوعیت کے مقناطیسی میدانِ اثر میں برق بار ذرات کی حرکت، ستاروں کے پھٹنے پر نئے عناصر کی پیدائش، گیس ڈسچارج کا نظریہ، ستاروں کی فضا میں شعاعی تبادلہ حرارت، درجۂ حرارت، کثافت اور مقناطیسی میدانِ اثر کی انتہائی صورتوں میں ایکس ریز(X-rays) کا پیدا ہونا وغیرہ شامل تھے۔ ماضی کے اس دور کو یاد کرتا ہوں تو مجھے محسوس ہوتا ہے کہ یہ غیر معمولی دو سال تھے جن کی نظیر میرے تعلیمی اور پیشہ ورانہ کیریئر کی اگلی تین دہائیوں میں نہیں ملتی۔ اس کے بعد کے دو تین برس میں نے ایکس رے دوربین تیار کرنے میں صرف کیے جو منتشر شدہ کائناتی ایکس ریز کے طیف کی پیمائش کرسکتی تھی، اور غباروں کی مدد سے میں نے درمیانے درجہ کی توانائی کی شعاعوں کی ابتدائی پیمائشوں میں سے پہلی پیمائش کی۔ یہ کام میرے لیے بہت خوشی اور اطمینان کا باعث تھے۔ اس کام کی سائنسی اہمیت یہ ہے کہ منتشر ایکس ریز(diffuse X-rays) کے بارے میں قیاس کیا جاتا ہے کہ ان کا وجود کئی ممیّز ذرائع سے(diserete sources) خارج ہونے والی شعاعوں کے انطباق (super position) سے ہوتا ہے۔ ان کے وجود کی ایک اور ممکنہ وجہ یہ بھی ہوسکتی ہے کہ جب 'عظیم دھماکہ'[iii] (big bang) کے نتیجے میں کائنات وجود میں آئی تو اول ترین شعاعوں(primordial radiation) کے ساتھ انتہائی تیز رفتار برقیوں (relativistic electrons) کے تصادم کے نتیجے میں غیر حراری اشعاع ظہور پذیر ہوئیں۔ چنانچہ یہ کام علم کائنات (cosmology) کے لیے فیصلہ کن اہمیت کا حامل ہے۔

ان برسوں میں، ہم گریجویٹ طلباء جو کہ فلکیات، فضائی طبیعیات اور کائناتی شعاعوں کے شعبہ جات میں کام کررہے تھے، اکثر ایک دوسرے کی تحقیق اور دیگر اہم جگہوں پر اس سے متعلق ترقی اور جدید انکشافات پر بحث کیا کرتے تھے۔ اسی طرح کے ایک تبادلۂ خیال کے دوران میں نے اس امکان کا اظہار کیا کہ حال ہی میں دریافت شدہ ایکس ریز کے ماخذ سکاکس-1[iv](x-ray source Scox-1) کا اس کے روانی اثرات (ionization effects) کے ذریعے سراغ لگایا جا سکتا ہے جو یہ فضائی کُرّے کے آینوسفیئر (ionosphere) کے ڈی خطہ (D region) میں 50 سے 80 کلومیٹر کی بلندی تک پیدا کرسکتا ہے۔ میری یہ سوچ ایک سادہ سے حسابی عمل کے نتائج پر مبنی تھی، جس میں زمین کے اطراف میں شمسی ایکس ریز اور سکاکس-1 کی ایکس ریز کے توانائی کے فرق کو ملحوظ رکھا گیا تھا۔ سورج اوسطاً 2 سے 10 ہزار الیکٹرون وولٹ (2-10 KeV) توانائی کی ایکس ریز کو خارج کرتا ہے، جس کی مقدار تقریباً 10^{-4} ارگز فی مربع سینٹی میٹر فی سیکنڈ (10^{-4} ergs/cm^2/sec) ہے۔ اس کے نتیجے میں زیریں ڈی خطہ (lower D region) میں پیدا ہونے والی روانی(ionization) کو مندرجہ ذیل طریقے سے جانچا گیا۔ 164 ہزار ہرٹز(164 KHz) کی ریڈیائی لہروں کو تاشقند سے احمد آباد تک، سادہ

انعکاس کے انداز میں بھیجا گیا اور ان کی برقی میدانِ اثر کی طاقت (electric field) کو فزیکل ریسرچ لیباریٹری(PRH) میں ریکارڈ کیا گیا۔ ریکارڈ شدہ فیلڈ کی طاقت سے روانی کی مقدار کا تخمینہ لگایا جا سکتا ہے۔ اس روانی کے مسلسل مشاہدے نے ہمیں اس قابل بنادیا کہ سورج کی سرگرمی میں کمی یا زیادتی کی وجہ سے شمسی ایکس ریز کی تغیر پذیری کا مطالعہ کیا جا سکے۔ چونکہ نئے دریافت شدہ ماورائے شمسی جسم(Extra solar object) سکا کس-1 (Scox-1) کی ایکس ریز کی وجہ سے ڈی خطہ میں توانائی کی مقدار 10^{-6}ergs/cm^2/sec کے مساوی ہے، تو جو سوال میں نے اٹھایا وہ یہ تھا کہ آیا رات کے وقت، اس موسم کے دوران جب سکا کس-1 164 KHz کے انعکاس کے علاقے میں سفر کرتا ہے، تو کیا اس کے اثرات کا پتہ چلایا جا سکتا ہے؟ دن کے وقت تو سکا کس-1 کے اثرات 100 گنا زیادہ مقدار کی شمسی ایکس ریز میں گم ہو جائیں گے، لیکن رات کے وقت اس کے اثرات کا مطالعہ کیا جا سکتا ہے۔ واہ واہ۔ کیا خوب! جب ریکارڈ کا جائزہ لیا گیا تو سکا کس-I کے اثرات واضح نظر آئے۔ فلکی اثر (sidereal effect) کی موجودگی نے ان اثرات کے غیر مبہم نقطۂ آغاز کی دو چند تصدیق کر دی۔ یہ درحقیقت ایک بہت بڑی دریافت تھی، کیونکہ اس وقت تک زمین کی فضا میں کوئی ایسا ماورائے شمسی اثر نہیں دیکھا گیا تھا، جس کو براہ راست ماپا جا سکے۔ جلد ہی دوسرے کئی لوگوں نے اس دریافت کے اعلان کا جائزہ لیا اور اس کی تصدیق کی۔ درحقیقت ایک گروپ کو اس فلکی اثر کی وجہ سے تعینِ سمت کے طویل فاصلاتی ریڈیو نظام (Loran radio navigation system) میں تداخل (interference) کے مدتوں پرانے معمہ کی وضاحت نظر آئی۔ میرے لیے تو یہ واضح طور پر بین الموضوعاتی تحقیق کی طاقت کی ایک عمدہ مثال تھی، جس کا ماحول PRL نے اسی طرح کی علمی جستجو کے لیے مہیا کیا تھا۔

ایک بار پھر یہ ڈاکٹر سارا بھائی ہی تھے جنھوں نے ایک مؤثر دلیل کے ذریعے مجھے خلائی ٹیکنالوجی اور خاص طور پر مصنوعی سیاروں کی ٹیکنالوجی کی طرف مائل کیا۔ ان کا کہنا یہ تھا کہ میرا طبیعیات کا پس منظر، تجرباتی تکنیکی امور سے آگاہی اور مختلف موضوعات کے درمیان تعلق ڈھونڈنے کا رجحان، یہ سب مل کر مجھے ایک غیر معمولی ماہر نظام(system specialist) بنا سکتے ہیں۔ 1970ء کی دہائی کے آغاز میں لوگ ایسے ماہرین کی اہمیت سے کم ہی آگاہ تھے، لیکن بعد کے برسوں میں جب پیچیدہ بین الموضوعی نظام (multi disciplinary systems) بنانے پڑے تو ان کی قدر و منزلت واضح ہوگئی۔

اس دفعہ بھی سارا بھائی کا کہا بالکل درست ثابت ہوا۔ بطور ماہر نظام میری تربیت نے مجھے اس قابل بنا دیا کہ میں نے بھارت کے پہلے مصنوعی سیارے آریہ بھاٹا(Aryabhata) کے ڈیزائن کرنے سے لے کر اس کی مکمل تیاری تک، ایک بڑا اہم کردار ادا کیا۔ خلاء سے زمین کا مشاہدہ کرنے والے پہلے دو تجرباتی سیاروں

بھاسکرا I اور II (Bhaskara I & II) کے بنانے میں، اور پھر بھارت کے دوری سے جائزہ لینے والے سیاروں (Indian Remote-Sensing Satellite, IRS) کے عالمی درجے کے سلسلے کا پہلا سیارہ بنانے والی ٹیم کی رہنمائی کرنے میں جو منفرد قیادت میں نے فراہم کی، وہ اسی پس منظر سے منسوب کی جاسکتی ہے۔

ماہر نظام کی قدر ہمیں سائنس، ٹیکنالوجی اور انتظامی امور کے درمیان تعلق کی اس دلچسپ مثال سے سمجھ آسکتی ہے جو ہمیں خلاء میں ایک مسئلے کو حل کرنے کے سلسلے میں پیش آیا۔ ہوا یہ کہ جب ہم نے بھاسکرا-1 پر زمین کی تصویر کشی کے لیے ایک ٹیلی وژن کیمرہ خلاء میں پہنچایا تو ایک پیچیدہ مسئلہ سامنے آ گیا۔ وہ یہ تھا کہ چند دن مدار میں کیمرہ بند رہنے کے بعد جب اسے آن (on) کیا جاتا تو سیارے میں برقی خلل (electrical disturbance) پیدا ہو جاتا۔

ایسے ہی تجربات جب زمین پر کیے گئے، جن میں اس طرح کے کیمرے کو ایک خلا شدہ ڈبے (evacuated chamber) میں رکھ کر آن کیا گیا اور اس کے اثرات چیک کیے گئے تو ہم اس نتیجے پر پہنچے کہ یہ مسئلہ برقی ڈسچارج (electric discharge) کی وجہ سے تھا جو کہ ہائی وولٹیج پوائنٹ اور گراؤنڈ کے درمیان محصور گیس کی وجہ سے ہوتا تھا۔ مزید برآں، یہ مسئلہ تب پیدا ہوتا تھا جب پے لوڈ (pay load) یعنی سیارے پر رکھا جانے والا ساز و سامان ویکیوم چیمبر میں چند روز رہ چکا ہو۔ یہ بات اس امکان کی طرف اشارہ کر رہی تھی کہ پھنسی ہوئی گیس آہستہ آہستہ نکل رہی ہوگی، جس سے اس کا دباؤ (pressure) کم ہوتے ہوتے ایسی جگہ پہنچ جائے گا جہاں برقی ڈسچارج واقع ہو سکے۔ چنانچہ ہم نے یہ سمجھنے کے لیے تفصیلی تجربات کیے کہ عملی وولٹیج رینج (voltage range) میں گیس ڈسچارج کس پریشر یا دباؤ پر ہوگا۔ اور یہ تجربات دباؤ کی وسیع حدود میں کیے گئے۔ ان تجربات سے ہم پر یہ بات واضح ہوگئی کہ ڈسچارج کس پریشر رینج یا دباؤ کی کونسی حدود میں ہوگا۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ ہم نے یہ بھی مشاہدہ کیا کہ جب دباؤ ایک خاص نقطے سے نیچے پہنچ جاتا، تو گیس ڈسچارج ختم ہو جاتا۔ گیس ڈسچارج کے بارے میں لیبارٹری میں کیے گئے ان تجربات سے اخذ شدہ نتائج کا موازنہ جب پے لوڈ کے خلا میں غیر معمولی رویے سے کیا گیا تو اس سے ہمیں مدار میں گھومتے ہوئے سیارے کے بارے میں کچھ دلچسپ نتائج کا اندازہ لگانے میں مدد ملی۔ سب سے دلچسپ اخذ کردہ نتیجہ یہ تھا کہ ہم سیارے میں اگلے چند ماہ کے دوران پھنسی ہوئی گیس کے نکلنے کی شرح کا اندازہ لگانے میں کامیاب ہو گئے، جو دباؤ کو اس سطح پر لے جائے جہاں ڈسچارج ختم ہو جائے، جیسا کہ لیبارٹری تجربات سے ظاہر ہو رہا تھا۔ یہ بات حیرت انگیز طور پر درست ثابت ہوگئی، اور ہماری خوشی کی انتہا نہ رہی جب کیمرے کو 6 ماہ تک بند رکھنے کے بعد آن کیا گیا تو اس نے زمین کی خوبصورت تصاویر بھیجنا شروع کر دیں۔ یہ سارا واقعہ بین الشعبہ جاتی طرز عمل (multi-disciplinary mode) کے مطابق

کام کرنے والی ٹیم کے باہمی تعاون اور نظم و نسق کی ایک عمدہ مثال ہے۔ اس مسئلے کے حل کے لیے، موزوں مماثلاتی طریقہ کار (simulation techniques) وضع کرنے پڑے، جن میں طبیعیات سے بہت زیادہ مدد لینے کے علاوہ صناعی ٹیکنالوجی (fabrication technology) کو سمجھنے، حرارت اور خلا میں میٹریلز کی عدم ہم آہنگی کے مسائل اور سب سے بڑھ کر سائنس سے جلا پانے والی عمومی سمجھ بوجھ کی ضرورت پڑی۔

میری عملی زندگی کے آخری دس برسوں کے دوران بھارت کے خلائی پروگرام کی رہنمائی کرنے میں وہی علم نظام اور سائنسی تجزیے کے ضابطوں کی سختی سے پابندی وسیع تر پیمانے پر میرے کام آئی۔ اس عرصے میں، خلا میں جو مٹھی بھر پانچ چھ اقوام مصروفِ عمل تھیں، ان میں بھارت نے بار بار اپنی منفرد حیثیت کا لوہا منوایا۔ مجھے اطمینان تھا کہ میں ایسے خلائی پروگرام کا نگران ہوں جہاں سائنس، اطلاقیات اور ٹیکنالوجی کے تاکہ قومی ترقی کے ضمن میں خلائی ٹیکنالوجی لیے ایک منفرد مقام حاصل کیا جا سکے۔ یہ ایک ایسا مقصد تھا جس نے انڈین خلائی پروگرام کو دنیا بھر میں اپنی نوعیت کا واحد پروگرام بنا دیا۔

جب ہم خلائی نظاموں کے حصول کی کشمکش کے ابتدائی افراتفری والے سالوں میں تھے، تب بھی میں نے خود کو فلکیات کے مختلف پہلوؤں میں ہونے والی ترقی سے آگاہ رکھا۔ ایسے ہی ایک موقع پر اتفاقاً ایک انوکھا مقالہ میرے ہاتھ آ گیا جسے میساچوسٹس انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (MIT)، امریکہ، میں فلپ موریسن (Philip Morrison) اور ان کے ساتھیوں نے لکھا تھا۔ یہ مضمون سائنس کے برطانوی جریدے ''نیچر'' (Nature) میں شائع ہوا تھا۔ اس مضمون میں اس نظریاتی امکان کا اظہار کیا گیا تھا کہ سورج کے گرد ایک مستقل ذراتی حلقہ (particulate ring) موجود رہتا ہے۔ اس نظریے کی بنیاد سورج اور زمین کی پیدائش کے وقت کی طبیعی اور کیمیائی کیفیات پر غور و فکر کو بنایا گیا تھا۔ چنانچہ 16 فروری 1980ء کے سورج گرہن کا فائدہ اٹھاتے ہوئے ہم نے فلپ موریسن اور اس کے ساتھیوں کی تحقیق کو جانچنے کا فیصلہ کیا۔ ہم نے جلدی جلدی زیریں سرخ ضو پیما (infrared photometer) بنایا اور اس کو استعمال کرتے ہوئے ذرات کے اس حلقے کی تلاش شروع کر دی۔ ہم نے سورج سے پانچ شمسی نصف قطر کے فاصلے تک اسے تلاش کیا۔ اگرچہ اس طرح کے خاص حلقے کی موجودگی کا کوئی ثبوت نہیں ملا، تاہم اس دلچسپ تجربے نے ایم آئی۔ ٹی گروپ کے ماڈل پر مخصوص حدیں مقرر کرنے میں ہماری رہنمائی کی۔ تحقیقی موضوعات میں دلچسپی کی ایک خاص سطح برقرار رکھنا میرے لیے ایک علمی ضرورت تھی۔ اس کے ساتھ ساتھ، اس طرح کے رویے نے واضح سوچ اور گہرے تجزیے کی صلاحیت کو تازہ رکھنے میں میری مدد کی، جو کہ مؤثر قیادت فراہم کرنے کے لیے نہایت ضروری ہے۔

کوئی خلائی پروگرام، مخلص اور پیشہ ورانہ طور پر اہل سائنسدانوں، تکنیکی ماہرین اور انجینئروں کی ایک بڑی جمیعت کے بھرپور باہمی تعاون کے بغیر کامیاب نہیں ہوسکتا۔ جب اس طرح کی ٹیم کے لیے مؤثر قیادت کی بات آتی ہے تو اہم بات یہ ہے کہ قائد کو تمام ٹیم کی طرف سے پیشہ ورانہ اہلیت کی بنا پر عزت حاصل ہونی چاہیے۔ اگرچہ یہ ایک مشکل مطالبہ نظر آتا ہے لیکن اس کا حصول ناممکن ہرگز نہیں۔

اس مرحلے پر جب میں پیچھے مڑ کر دیکھتا ہوں، تو مجھے ڈاکٹر سارا بھائی کی اس حکمت عملی کی اہمیت آج صحیح معنوں میں سمجھ آتی ہے، جس کا تعلق افراد کو ان کے پیشے کے ابتدائی مراحل میں ہی کسی خاص رخ پر ڈھالنے سے تھا۔ میں نے جان لیا ہے کہ کسی کی پیشہ ورانہ زندگی کے ابتدائی مرحلے میں اگر اس کے لیے اساسی اور بنیادی تحقیق (basic and fundamental research) میں ایک اچھی ٹریننگ ہو جائے تو اسے مختلف طور پر سوچنے اور نئے اسلوب اختیار کرنے کی تخلیقی صلاحیت حاصل ہو جاتی ہے۔ میرے خیال میں ایک پیچیدہ نظام کو سمجھنے کے لیے جو بصیرت چاہیے اسے اور اس نظام کے مختلف عناصر کے درمیان کسی غیر واضح تعلق کو دیکھ لینے کی صلاحیت کو بنیادی سائنس اور ریاضی میں مضبوط تحقیقی بنیاد کے ذریعے کافی حد تک بڑھایا جاسکتا ہے۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ انتظامی امور میں اختراعی انداز اختیار کرنے والے بھی اسی طرح کے تخلیقی ذہن کے لوگ ہوتے ہیں۔ مزید برآں، اپنے ہاتھوں سے تجربات کرنا، آپ کو اعتماد کی اس سطح تک پہنچا دیتا ہے جہاں آپ پیچیدہ تکنیکی معاملات کا آزادانہ تجزیہ کر سکتے ہیں، ان پر نظر ثانی کر سکتے ہیں اور دوسروں کی رائے پر جرح کر سکتے ہیں۔ یہ سب باتیں نہ صرف اس لیے ضروری ہیں کہ نظام کو زیادہ ذمہ دار بنایا جائے بلکہ اس لیے بھی کہ آپ کے ساتھی پیشہ ورانہ طور پر بھی آپ کی عزت کریں۔

اس مرحلے پر جبکہ ہم بنیادی سائنسی علوم میں گرتی ہوئی دلچسپی کا گلہ کرتے ہیں تو یہ صرف بنیادی ریسرچ ہی نہیں جو خطرے میں ہے، بلکہ سائنس اور ٹیکنالوجی کے اعلیٰ پائے کے قائدین کی تعداد بھی کم ہوتی جارہی ہے۔ سائنس کے ایسے صاحب بصیرت قائدین کی اشد ضرورت ہے جو سائنسی تحقیق اور ٹیکنالوجی کی ترقی سے متعلق پالیسی بنانے اور اسے عملی جامہ پہنانے، ہر دو سطح پر مؤثر رہنمائی کر سکیں۔ ان کے بغیر سماجی و اقتصادی ترقی میں سائنس اور ٹیکنالوجی کا کردار سنگین خطرات سے دوچار ہو جائے گا۔ میں زور دے کر کہوں گا کہ یہ بات تیسری دنیا کے لیے خاص طور پر باعث تشویش ہے۔

حواشی

* **تعارف:** کرشنا سوامی کستوری رنگن بھارت کے خلائی سائنسدان ہیں اور 2009ء تک بھارتی پارلیمنٹ کی راجیہ سبھا کے رکن رہے ہیں۔ اب بھارت کے پلاننگ کمیشن کے رکن اور جواہر لال نہرو یونیورسٹی کے چانسلر ہیں۔ انھیں بھارتی حکومت کی طرف سے پدما شری، پدما بھوشن اور پدما وی بھوشن ایوارڈ مل چکے ہیں۔

(i)۔ کائناتی شعاعیں ایسی شعاعیں ہیں جو آفاق سے زمین پر وارد ہوتی ہیں۔ پہلے پہل خیال تھا کہ یہ شاید صرف برقی مقناطیسی شعاعیں ہیں، لیکن تجربات سے پتہ چلا کہ ان میں اکثریت بہت زیادہ توانائی والے برق بار ذرات پر مشتمل ہے جن میں تقریباً 89 فی صد پروٹون، 10 فی صد الفا ذرات (Alpha Particles) اور 1 فی صد بھاری عناصر کے مرکزے ہوتے ہیں۔

(ii)۔ گائیگر مولر (Geigur Muller) شمارندہ تابکاری کی پیمائش کرنے والا ایک آلہ ہے، جسے عام طور پر الفا اور بیٹا ذرات کی تعداد شمار کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

(iii)۔ عظیم دھماکہ (Big Bang) وہ نظریہ ہے جس کے مطابق کائنات کی ابتدا تقریباً 13.8 ارب سال پہلے ہوئی اور تب سے کائنات مسلسل پھیلتی چلی جا رہی ہے۔ ابتدا میں کائنات ایک لامحدود کثافت اور درجہ حرارت والے نقطہ پر مرکوز تھی جس کے پھٹنے کے بعد مختلف ادوار سے گزرتے اُس کی موجودہ شکل ظہور پزیر ہوئی۔

(iv)۔ سکاکس ایک (Scox-1) استاروں کے جھرمٹ سکارپس (Scorpious) میں واقع ہے۔ جسے عقرب بھی کہتے ہیں۔ یہ زمین سے قریباً نو ہزار نوری برسوں (Light Years) کے فاصلے پر ہے۔ سورج کے علاوہ، ایکس ریز خارج کرنے والا یہ پہلا ستارہ دریافت ہوا تھا۔ اب کئی ایسے ستارے دریافت ہو چکے ہیں جن سے ایکس رے شعاعیں نکلتی ہیں۔

سائنسی تحقیق بنی نوع انسان کی بقا کی علامت ہے

(Scientific Research is a Token of Humankind's Survival)

ولادی میر آئی۔ کیلس بوروک*

(Vladimir I. Keilis-Borok)

کیلیفورنیا یونیورسٹی، لاس اینجلس، امریکا

(University of California, Los Angeles, USA)



© Courtesy of the Annual Review of Earth and Planetary Sciences

ایک مشہور سوالیہ تاثر ہے کہ:

''اگر آپ واقعی بہت ہوشیار ہیں تو پھر آپ غریب کیوں ہیں؟''

آج جب کاروباری لوگ، وکلاء اور ڈاکٹر، سائنسدانوں کے مقابلے میں بہت زیادہ کما رہے ہیں تو ایسا کیوں ہے کہ ہم میں سے کچھ لوگ پھر بھی سائنسدان بننا چاہتے ہیں؟

ایک مشہور روسی مصنف لیو ٹالسٹائی (Leo Tolstoy)[(i)] نے ایک دفعہ لکھا تھا کہ جو لکھ لیتا ہو اسے لکھاری نہیں کہتے بلکہ لکھاری وہ ہوتا ہے جسے لکھے بنا چین نہیں آتا۔ میں ایک سائنسدان کے متعلق بھی یہی رائے رکھتا ہوں۔ میرے نزدیک سائنس ایک ولولہ انگیز مہم جوئی کا دوسرا نام ہے اور اس میں سب سے بڑا انعام بذاتِ خود وہ دریافت ہوتی ہے جو کوئی سائنسدان کر لینے میں کامیاب ہو جاتا ہے۔ اس پیشے میں بے شمار دولت تو نہیں ملتی مگر دولت کے بجائے یہاں آزادی، بہترین دوستی اور خود مختاری ضرور ملتی ہے۔ دوسرے پیشوں کی نسبت سائنس میں اعزازات اور ترقیوں کا انحصار آپ کی اپنی ذات پر زیادہ ہوتا ہے اور صرف اسی میدان میں آپ کو یہ سرخوشی ملتی ہے کہ آپ نے قدرت کے ایک اور سربستہ راز کو دریافت کر لیا ہے۔

امریکی سائنسدان فرینک پریس (Frank Press)[(ii)] کا کہنا ہے کہ:

''فوری ادراک، خیال اور عمل کی مستعدی، اور فرحت بخش احساس جو اس وقت میسر آتا ہے جب ہم خیال لوگ مل کر کام کرتے ہیں......''

1960ء میں سرد جنگ پورے عروج پر تھی۔ اُس زمانے میں، میں ماسکو میں زلزلے کی لہروں (seismic waves) کے نظریہ پر کام کر رہا تھا یعنی زلزلے کی وجہ سے زمین میں آنے والے جھٹکوں پر جو زمین کو ہلا دیتے ہیں۔ میں دنیا جہان سے بے نیاز اپنے کام میں کھویا ہوا تھا۔ دراصل ریاضی کے کسی مسئلے کو چیلنج سمجھ کر حل کرنے میں مجھے بہت لطف آتا تھا اور میں کبھی اس بات پر غور نہیں کرتا تھا کہ اس حل کا حقیقی دنیا سے کیا تعلق بنتا ہے۔

ایک دن مجھے روس (اُس زمانے کے سوویت یونین) کی سائنس کی اکیڈمی کے صدر سے ملنے کا حکم نامہ ملا۔ انھیں جنیوا میں قائم اقوام متحدہ کے دفتر سے ایک پیغام موصول ہوا تھا، جس میں انھیں بتایا گیا تھا کہ تینوں ایٹمی قوتوں روس، امریکا اور برطانیہ کے فنی ماہرین کا بند کمرے میں اجلاس ہوا ہے۔ سائنس اکیڈمی کے سربراہ نے مجھے وہ مراسلہ پڑھنے کے لیے دیا۔ اس میں لکھا تھا کہ اس اجلاس میں روسی ماہرین سے بحث کرتے ہوئے امریکی سائنسدان فرینک پریس (Frank Press) نے میرے کام کا حوالہ دے کر اسے دلیل کے طور پر پیش کیا ہے۔ اور پھر یہ حیران کن بات ہوئی کہ مجھے جنیوا بھیج دیا گیا۔

اُن دنوں اِس کرہ ارض کا ہر مرد، عورت اور بچہ اس خوف میں مبتلا تھا کہ دنیا ایٹمی ہتھیاروں سے فنا ہو جائے گی۔ اس وقت ہر سپر پاور کے پاس اتنے ایٹم بم موجود تھے کہ ان میں سے جو حملے میں پہل کر جاتا وہ دوسروں کو تباہ کر سکتا تھا لیکن ایسا کرنے میں یہ بات مانع تھی کہ ایٹم بردار راکٹ اپنے ہدف تک پہنچنے میں بیس منٹ لیتے تھے اور یہ وقت دوسرے فریق کو اتنی مہلت دے دیتا تھا کہ وہ اس دوران جوابی راکٹ چھوڑ کر اس بات کو یقینی بنا دے کہ چند منٹ بعد اس کا دشمن بھی تباہ ہو جائے گا۔ ''دو طرفہ یقینی تباہی'' (Mutually Assured Destruction) کا یہ خطرہ جس کا انگریزی میں مخفف ''میڈ'' (MAD) بنتا ہے کچھ مدت تک ہم سب کو مشترکہ تباہی سے بچانے کی واحد اور نازک حفاظتی ڈور بنا رہا ہے۔ اس ماحول میں ایٹمی تجربات کو جاری رکھنے کا مقصد زیادہ طاقتور بم بنانے کے سوا کچھ اور نہیں ہو سکتا تھا اور ایسی کارروائی عالمی ایٹمی تناؤ کو مزید غیر متوازن کرنے کا ذریعہ ثابت ہو سکتی تھی۔ چنانچہ اس صورت حال میں تینوں ایٹمی قوتوں کی خواہش تھی کہ وہ کسی سمجھوتے پر پہنچ جائیں، جس کا مقصد ایٹمی ہتھیاروں کے تجربے پر پابندی ہو۔ اسی لیے جنیوا میں فنی ماہرین کو بلایا گیا تھا کہ وہ اس کا کوئی مناسب حل تجویز کریں۔

باضابطہ طور پر مسئلہ یہ تھا کہ فرض کیجیے:

(ا) ایٹمی طاقتوں نے نئے آزمائشی ایٹمی دھماکے بند کرنے کے معاہدے پر دستخط کر دیے اور

(ب) اس معاہدے کے فریقین میں سے کوئی ایک اس کی خلاف ورزی کرتے ہوئے خفیہ طور پر زیر زمین

ایٹمی دھماکا کر لیتا ہے تو اس صورت میں سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ دوسری طاقتیں اس خلاف ورزی کا کیسے پتا لگائیں گی؟

غور کرنے پر پتا چلا کہ زیرزمین ایٹمی دھماکے چونکہ اسی طرح کے جھٹکے پیدا کرتے ہیں جیسے زلزلے کے دوران محسوس کیے جاتے ہیں، اس لیے اس مسئلے کا براہ راست تعلق زلزلے کی لہروں کے نظریے سے بنتا ہے۔ سوچنے کی بات یہ ہے کہ زلزلے کے قدرتی جھٹکوں اور دھماکے سے پیدا ہونے والے جھٹکوں میں کیسے امتیاز کیا جائے؟ یکدم میرے نظریاتی علم کا بنی نوع انسان کی بقا کے ساتھ براہ راست تعلق قائم ہو گیا۔

اس وقت جب سرد جنگ سے پیدا ہونے والی سیاسی کشیدگی ہمارے سروں پر منڈلا رہی تھی، ایسے میں ''آہنی پردے''[(iii)] کے دونوں جانب کے سائنسدانوں اور انجینئروں کو مل کر ایک حل تلاش کرنا تھا، مگر ان اختلافات کو دیکھتے ہوئے جو ہمارے ثقافتی پس منظر میں موجود تھے بظاہر اس مسئلے کا حل ناممکن تھا۔ ہمیں جس چیز نے ناکامی سے بچایا وہ ہماری ایک واضح حیثیت تھی۔ ہم سب سائنسدان تھے اس لیے ہم ایک ایسی مشترکہ زبان استعمال کرتے تھے جس کی بنیاد ٹھوس شواہد کے احترام پر مبنی تھی، جس میں غیر متنازعہ امتیازی حیثیت کا تعین صرف مہارت کی بنا پر ہوتا تھا اور مسلسل خود احتسابی ایک شرط تھی۔ اس طرح ہم ایک ایسا حل تلاش کرنے میں کامیاب ہو گئے جس نے بالآخر سیاستدانوں کو اپنے وقت کے سب سے اہم فیصلے پر پہنچنے میں مدد دی اور وہ فیصلہ آزمائشی ایٹمی دھماکوں پر پابندی(nuclear test ban) کا تھا۔

اس واقعہ سے مجھے یہ معلوم ہوا کہ ایک سائنسدان کی حیثیت سے مجھے دنیا بھر کے ایسے لوگوں کا ساتھ میسر ہے جو میری طرح سوچتے اور میری ہی طرح دوسروں سے تعاون کرتے ہیں۔ اس واقعہ نے مجھے یہ بھی سمجھا دیا کہ مجھے دیارِ غیر میں کبھی خود کو تنہا محسوس نہیں کرنا چاہیے اور سب سے بڑھ کر اس سے مجھے یہ سبق ملا کہ جب تک سائنس ہے تب تک انسانی بقا اور بہتری کی امید کی جا سکتی ہے۔

اے فرانس[(iv)] (A. France) کہتا ہے کہ:

''اگر نپولین، ڈچ فلاسفر سپی نوزا (Spinoza) جیسا دانشمند ہوتا تو وہ اپنی زندگی کسی چوبارے میں بیٹھ کر مضامین کی چار جلدیں لکھنے میں گزارتا۔''

ایک عام کہاوت ہے کہ سائنس میں گم ہو جانا عملی شعور سے مطابقت نہیں رکھتا۔ ہمارے زمانے کے ایک عظیم ریاضی دان کے متعلق یہ بتایا جاتا ہے کہ وہ کبھی کبھار اپنے کام میں اتنے منہمک ہوتے کہ جب وہ گھر سے باہر نکلتے تو ان کے پاؤں میں مختلف جوتوں کے جوڑوں کا ایک ایک جوتا ہوتا تھا۔ لیکن اگر آپ غور کریں تو آپ کو اس کا ایک دوسرا رُخ بھی دکھائی دے گا جو سائنسدانوں کو دنیا کا سب سے باعمل انسان بنا دیتا

ہے۔اسے یوں سمجھئے کہ دفاع کی صنعت سے لے کر تفریح کے سامان تک، ہر طرح کی نئ ٹیکنالوجی، بنیادی تحقیق سے ہی وجود میں آتی ہے۔ ماضی کی مثالوں میں سے اینٹی بائیوٹکس (antibiotics)، برقی آلہ جات، حیاتیاتی ٹیکنالوجی، مصنوعی ریشے، سبز انقلاب اور انسانی جینز (genes) سے اخذ شدہ سراغوں پر مبنی تشخیص اس کی چند مثالیں ہیں۔ اب صرف بنیادی تحقیق ہی ہمیں توانائی کے نئے مخزن، معدنیات کے نئے ذخائر، دہشت گردی کے خلاف مؤثر دفاع، سرطان کا علاج اور نقل وحمل کی کوئی نئ قسم فراہم کرسکتی ہے۔ وہ لوگ جو نظریاتی طبیعیات میں مہارت رکھتے ہیں، مالی کمپنیاں ان کی تلاش میں رہتی ہیں اور جو حیاتیاتی تحقیق میں تربیت حاصل کر چکے ہیں وہ ادویات سازی کی صنعت میں یا تو کسی کمپنی کے بانی بن گئے ہیں یا ڈائریکٹر کا منصب سنبھالے ہوئے ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ آپ کوئی بھی پیشہ اختیار کریں بنیادی سائنس کا علم آپ کو آگے بڑھنے کا بہترین موقع فراہم کرے گا۔

جیروم وائزنر[(iv)] (J. Wiesner) کہتا ہے کہ:

''تہذیب وتمدن کی بقا کے لیے اسی طرح کے خطرات موجود ہیں جیسے کبھی ہٹلر، سٹالن اور ایٹم بم نے پیدا کر دیئے تھے۔''

اس بات کو سب جانتے ہیں کہ ہمارے تہذیب وتمدن کو جن خطرات کا سامنا ہے ان میں قدرتی آفات اور انسان کے اپنے پیدا کردہ مصائب شامل ہیں۔ ان آفات میں زلزلے، بڑے شہروں کے پھیلاؤ کی شکل میں اپنے ہاتھوں لائی ہوئی تباہی، ماحولیاتی سانحات، اقتصادی اور سماجی بحران شامل ہیں۔ آج ایٹمی فضلے (nuclear waste) ذخیرہ کرنے کی جگہ سے وسیع پیمانے پر تابکاری کا اخراج، کسی بہت بڑے شہر کے اندر زلزلے کا ظہور، بڑے پیمانے پر پرتشدد واقعات کا پھوٹنا یا کوئی اور عالمی تباہی لاکھوں افراد کی موت کا پیغام بن سکتی ہے۔ ہماری دنیا کا کوئی بڑا حصہ ایسا بن سکتا ہے کہ وہاں رہنا ممکن نہ رہے۔ عالمی مالی بحران سب کو اپنی لپیٹ میں لے سکتا ہے یا کسی کشیدگی کے علاقے میں جنگ چھڑ سکتی ہے۔ اگرچہ ان خطرات کو معروف طریقوں سے روکنے کے لیے ہر سال کھربوں ڈالر خرچ کیے جارہے ہیں مگر یہ خطرات بڑھتے ہی چلے جارہے ہیں۔

جمود کی اس کیفیت کو توڑنے کی امید اور ذمہ داری مال ودولت خرچ کرنے سے پوری نہیں ہوسکتی۔ اس سلسلے میں امید اگر باندھی جاسکتی ہے تو وہ دانش مند افرادی قوت سے ہی باندھی جاسکتی ہے اور ذمہ داری بھی انھیں ہی سونپی جاسکتی ہے۔ اگرچہ دولت خرچ کرنا زیادہ مقبول طریقہ کار ہے مگر ایک فرانسیسی کہاوت ہے کہ ''کسی شخص کے پاس کتنی ہی دولت کیوں نہ ہو، وہ اپنی دولت سے مطمئن نہیں ہوتا لیکن اپنی دانش سے ہر شخص مطمئن ہوتا ہے۔'' چنانچہ صرف بنیادی تحقیق ہی آفات سے مقابلے کے لیے تیار رہنے کی صنعت کو مہمیز لگا

سکتی ہے۔

میک جارج بنڈی[vi] (McGeorge Bundy) کا مقولہ ہے:

''ہمارا دور ایسے امور میں مسابقت سے متعلق ہے جنھیں ہم ابھی پورے طور پر سمجھ نہیں پائے۔''

سائنسی تحقیق نامعلوم عظیم حقائق کو معلوم کرنے کی ایک ایسی ولولہ انگیز مہم ہے جس کا انعام بنی نوع انسان کی بقا ہے۔صرف سائنسدان ہی اپنے فکری اور سائنسی آلات کے ساتھ اس چیلنج کا مقابلہ کر سکتے ہیں اور یہ یقین دہانی کرا سکتے ہیں کہ ہم سب محفوظ رہتے ہوئے وقت کے ساتھ ساتھ آگے بڑھتے چلے جائیں گے۔

آخر میں، میں آپ کو یہ یاد دلاتا چلوں کہ سائنس ہی آغاز اور انجام نہیں ہے، بلکہ تمام انسانیت اور ہر فرد کے لیے انسانی صفات سب سے اہم ہیں۔تاہم اگر سائنس کو انسانی فلاح کے لیے استعمال کیا جائے تو یہ اُن کی ایسی سرپرست اور محافظ ہے جس کے بغیر گزارہ ممکن نہیں۔

حواشی

* **تعارف:** ولادی میر آئی۔ کیلس بوروک (Vladimir I. Keilis-Borok)، پیدائش 1921ء، ریاضیاتی ارضی طبیعیات کے ایک روسی ماہر ہیں۔انھوں نے ماسکو میں زلزلوں کی پیش گوئی کے عالمی ادارے کی بنیاد رکھی تھی اور بروقت پیش گوئی کے کئی طریقوں پر تحقیق کی ہے۔

(i)۔ لیوٹالسٹائی (Leo Tolstoy)، 1910ء-1828ء ، کا شمار دنیا کے بڑے مصنفین میں ہوتا ہے۔ان کی کتابیں جنگ اور امن (War and Peace) اور اینا کرینینا (Anna Karenina) سب سے زیادہ مشہور ہوئی ہیں۔

(ii)۔ فرینک پریس (Frank Press) ارضی طبیعیات کے امریکی ماہر ہیں۔ان کی پیدائش 1924ء کی ہے اور اپنے کام کی بدولت کئی اعزازات پا چکے ہیں۔1976ء سے 1980ء تک امریکا کے صدر جمی کارٹر (Jimmy Carter) کے سائنسی مشیر رہ چکے ہیں۔

(iii)۔''آہنی پردہ'' (iron curtain) اُس نظریاتی اور طبعی حد بندی کو کہتے ہیں جو مغربی دنیا اور سوویت یونین کے درمیان باہمی چپقلش کے نتیجہ میں دوسری جنگ عظیم کے بعد وجود میں آئی۔اصطلاح میں یہ اُس پالیسی کی طرف اشارہ ہے جس میں مغربی ممالک اور سوویت یونین کے درمیان معلومات اور اطلاعات کے تبادلے کی ممانعت تھی۔

(iv)۔اے فرانس (A. France)، 1924ء - 1844ء، فرانسیسی ناول نگار، شاعر اور صحافی تھے جنھیں 1921ء میں ادب کا نوبل انعام ملا۔

(v)۔ جیرومی وِیزنر (Jerome Wiesner) جن کا انتقال 1994ء میں ہوا، امریکی صدر جان۔ایف۔کینیڈی کے سائنسی مشیر تھے۔وہ ایٹمی ہتھیاروں کو روکنے کے لیے کی جانے والی عالمی کوششوں میں سرگرم رہنے کی وجہ سے جانے جاتے ہیں۔1971ء سے لے کر 1980ء تک وہ میساچوسٹس انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (MIT) کے صدر رہے۔

(vi)۔میک جارج بنڈی (McGeorge Bundy)، 1996ء - 1919ء ، پہلے امریکی صدر کینیڈی اور پھر صدر جانسن کے سکیورٹی کے مشیر رہے۔ویت نام کی جنگ کے پھیلاؤ میں ان کا بڑا ہاتھ تھا۔

میری سائنسی لطف اندوزی

(My Enjoyment of Science)

جوزف بی۔ کیلر*

(Joseph B. Keller)

پروفیسر آف میتھیمیٹکس (ایمیریٹس)، سٹین فورڈ یونیورسٹی، امریکا

(Professor of Mathematics, Emeritus, Stanford University, USA)



© Courtesy of Joseph B. Keller

ہمارے والد کبھی کبھی میرے بھائی کو اور مجھے کوئی معمہ حل کرنے کے لیے دیتے تھے۔ اس کی ایک مثال یہ ہے کہ انھوں نے ایک دفعہ ہمیں یہ پہیلی بوجھنے کو کہا کہ ایک ہنس(goose)، ہنسوں کے ایک غول سے ملا اور بولا ''سو ہنسوں کے غول، ہیلو''۔ ہنسوں کے اس غول کے قائد نے کہا، ''ہم سو ہنس تو نہیں ہیں لیکن اگر ہماری تعداد دوگنی ہو جائے اور اس کے نصف کو تم سمیت اُس تعداد میں جمع کر لیا جائے تو ہم سو ہو جائیں گے''۔ بوجھنا یہ تھا کہ اس غول میں کتنے ہنس تھے؟

مجھے ریاضی کا مضمون پڑھنے میں بہت مزہ آتا تھا، اس لیے پرائمری سکول اور ہائی سکول میں بھی ریاضی کے مضمون میں میری کارکردگی بہت اچھی رہی۔ چنانچہ کالج پہنچ کر میں نے اسے بنیادی مضمون کے طور پر رکھنے کا منصوبہ بنایا۔ ساتھ ہی میں نے پہلے سال میں طبیعیات کا بھی ایک کورس رکھ لیا اور یہ مجھے اتنا پسند آیا کہ میں نے اپنا خیال بدل کر طبیعیات کو بنیادی مضمون رکھ لیا۔ لیکن اس کے ساتھ میں نے ریاضی پڑھنا جاری رکھا اور بالآخر ریاضی میں بھی بنیادی مضمون کے طور پر ڈگری حاصل کر لی۔

طبیعیات کی تجربہ گاہیں میرے لیے تفریح گاہیں ثابت ہوئیں کیونکہ مجھے یہاں بے شمار برقی آلات، خردبینوں، عدسوں اور برقی مقناطیسی لہروں کے تداخل کو ناپنے والے آلوں (interferomers) وغیرہ سے کھیلنے کا موقع ملتا تھا۔ میں نے یہاں رابرٹ ملیکان [(i)] (Robert Millikan) کے اس تجربے کو دہرایا جو ''تیل کے قطرے کے تجربے'' (oil drop experiment) کے نام سے مشہور ہے، جس سے ایک الیکٹرون

کے برقی بار کی پیائش کی جا سکتی ہے۔ میں نے ایکسرے کی مشینوں کا استعمال سیکھا اور لکڑی کے ایک بلاک میں دھنسی ہوئی گولی کی تصویر لی۔ پھر میں نے ایک دوست کے ساتھ مل کر ایک پرانی مشین جو ایٹمی تابکاری معلوم کرنے کے کام آتی ہے اور ''کلاؤڈ چیمبر'' (cloud chamber) کہلاتی ہے، کو ٹھیک کر کے قابلِ استعمال بنایا۔ اس کے ذریعے ہم ریڈیم (radium) کے ایک انتہائی چھوٹے ٹکڑے سے خارج ہونے والے الفا (Alpha) ذرات کے اختیار کردہ رستے کو دیکھ سکتے تھے۔

ان تمام تجربات کے پیچھے کارفرما نظریات کو جاننے، اور علم ریاضی کی مدد سے ان تجربات کے نتائج کی پیشن گوئی کر سکنے کے بارے میں بھی میں اتنا ہی پرجُوش تھا۔ اِس کام نے تو اصل میں مجھے اپنا گرویدہ ہی بنا لیا۔ تب سے میں اس طرح کا کام جاری رکھے ہوئے ہوں۔

دوسری جنگ عظیم کے دوران کالج سے گریجویشن لینے کے بعد مجھے حکومت کی طرف سے جو ملازمت ملی اس کا تعلق صوتی امواج (sound waves) کی پیائش کے آلے کا استعمال اور اس کے ذریعے آبدوزوں کی موجودگی کا پتہ چلانے سے تھا۔ بہت سے مسائل میں سے ایک یہ حساب لگانے کا مسئلہ تھا کہ صوتی امواج جب سمندر کے اندر موجود کسی آبدوز سے ٹکرا کر منتشر ہوتی ہوئی واپس آئیں گی تو یہ کتنی طاقتور ہوں گی۔ دوسری اہم بات یہ معلوم کرنے کی تھی کہ یہ صوتی امواج سمندر کی سطح اور تہ سے ٹکرا کر کیسے منعکس اور منتشر ہوتی ہیں، کتنی سمندر کے پانی میں جذب ہو جاتی ہیں اور کتنی واپس پہنچتی ہیں۔

کچھ عرصہ کے بعد مجھے پتہ چل گیا کہ میں نے ریاضی کے جو طریقے صوتی امواج کی پیائش کے تجزیے کے لیے سیکھے ہیں وہی ہر قسم کی امواج کے لیے استعمال کیے جا سکتے تھے۔ اس لیے میں نے انھیں ریڈیو کی لہروں کے پھیلاؤ، راڈار، روشنی کی لہروں، سمندر کی سطح پر اُٹھنے والی لہروں، زلزلے کے جھٹکوں اور دھماکوں سے پیدا ہونے والی لہروں اور ایسی بہت سی دوسری لہروں کے تجزیے کے لیے استعمال کیا۔ ایٹمی طبیعیات میں الیکٹرون اور ایٹم کے مرکزوں کی پوزیشن کے تعین میں بھی لہروں کا استعمال ہوتا ہے (یہ امکان کی لہریں یا probability waves کہلاتی ہیں)۔ اس لیے اس طریقے سے میں ان کا تجزیہ کرنے میں بھی کامیاب رہا۔

یہ میری خوش قسمتی تھی کہ میں ہر قسم کی لہروں کے طرزِ عمل کا حساب لگانے کا ایک نیا طریقہ دریافت کرنے کے قابل ہوا۔ اس طریقے کو لہروں کے انکسار کا جیومیٹریکل نظریہ (Geometrical Theory of Diffraction) کہتے ہیں اور اس کا مخفف جی ٹی ڈی (GTD) ہے۔ اس میں نہ صرف جیومیٹریکل بصریات (geometrical optics) کی شعاعیں بلکہ اجسام کے کناروں، کونوں اور ہموار سطحوں سے ٹکرا کر منتشر ہونے یا مڑ جانے والی لہریں بھی شامل ہوتی ہیں۔ اس طریقے سے نہ صرف منتشر ہونے والی لہروں کی

مقدار کا پتا چلتا ہے بلکہ یہ لہروں کے اس راستے کی بھی ایک واضح تصویر سامنے لے آتا ہے جس راستے پر یہ لہریں سفر کرتی ہیں۔

ایسے ہی طریقوں کو جب میں نے کوانٹم میکانیات میں آزمایا تو اس سے مجھے توانائی کی سطحوں (energy levels) کا حساب لگانے کا ایک بہتر لائحہ عمل میسر آ گیا، جو آئن سٹائن-بریلوان- کیلر طریق کار (Einstein–Brillouin–Keller method) کے نام سے مشہور ہوا اور اپنے مخفف ای بی کے (EBK method) کے نام سے جانا جاتا ہے کیونکہ اس میں آئن سٹائن اور بریلوئن کے اخذ کردہ نتائج بھی شامل تھے۔

میں نے اپنی ساری زندگی نئی نئی چیزوں کو سیکھنے اور مسائل کو حل کرنے میں گزاری اور اس کام میں مجھے بہت لطف آیا۔ ان میں بہت سی باتیں شامل ہیں، جیسے خون کے بہاؤ سے متعلق مسائل، اعصابی دھڑکن کا پھیلاؤ، دماغ کی نشوونما، مائع کی حرکت، دوڑنا، وزن اُٹھانا، قیمتوں کا تعین اور قطار بندی کا نظریہ وغیرہ۔

حواشی

* **تعارف:** جوزف بی۔ کیلر (Joseph B. Keller) ، پیدائش: 1923ء، ایک امریکی ریاضی دان ہیں اور انھوں نے اطلاقی ریاضیات میں گرانقدر تحقیق کی ہے۔ انھوں نے 1987ء میں وولف پرائز (Wolf Prize) اور 1996ء میں نیمرز انعام (Nemmers Prize) حاصل کیا تھا۔

(i)۔ رابرٹ ملیکان (Robert Millikan)، 1953ء-1868ء، امریکا کے تجرباتی طبیعیات دان تھے۔ انھوں نے پہلی بار الیکٹرون کے برقی بار کی پیائش کی تھی جس پر انھیں 1923ء میں نوبل انعام ملا تھا۔

ہمارا عظیم ہم عصر[14]

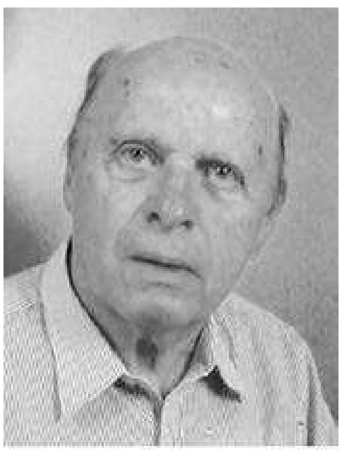
(Our Great Contemporary)

آئزک ایم۔ خلاتنیکوف*

(Isaak M. Khalatnikov)

لینڈاؤانسٹی ٹیوٹ، ماسکو، روس

(Landau Institute Moscow, Russia)



© Courtesy of Isaak M. Khalatnikov

1968ء میں اٹلی کے شہر ٹری ایسٹے (Trieste) میں ایک تقریباتی اجلاس کا انعقاد ہوا جس کا مقصد نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز (International Centre for Theoretical Physics) کی نئی عمارت کا افتتاح کرنا تھا۔ اس مرکز کی بنیاد لندن کے امپیریل کالج کے پروفیسر اور پاکستان کے طبیعیات دان عبدالسلام نے رکھی تھی۔ بعدازاں عبدالسلام نے طبیعیات میں نوبل انعام حاصل کیا۔ ٹری ایسٹے میں قائم یہ مرکز اب پوری دنیا میں بہت مشہور ہے اور دنیا بھر کے نظریاتی سائنسدان یہاں آ چکے ہیں۔ یہ مرکز اور نظریاتی طبیعیات کا لینڈاؤ[(i)] انسٹی ٹیوٹ (Landau Institute of Theoretical Physics) ایک ساتھ 1964ء میں قائم ہوئے تھے۔ یہ محض ایک اتفاق نہیں تھا بلکہ یہ سائنس میں اُن قدرتی عوامل کا مظہر تھا جنھوں نے 1950ء کی دہائی میں نظریاتی طبیعیات کو کوانٹم برقی حرکیات (quantum electordynamics) اور سپر موصلیت (superconductivity) جیسی بڑی کامیابیوں سے ہمکنار کیا تھا۔ عبدالسلام کے مطابق اس نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز کے قیام کا مقصد ایشیا، افریقہ اور لاطینی امریکا پر مشتمل تیسری دنیا کے ملکوں میں نظریاتی طبیعیات کو پھیلانا اور ترقی دینا تھا۔ اگرچہ یہ مرکز ویانا (Vienna) کے ایٹمی توانائی کے عالمی ادارے (International Atomic Energy Agency) کی سرپرستی میں قائم ہوا مگر اس کے اخراجات کا تقریباً اسّی فی صد اٹلی کی حکومت

14۔ چند معمولی تبدیلیوں کے ساتھ اس مضمون کا اصل متن 1996ء میں پری روڈا "Priroda" نامی رسالے میں شائع ہوا۔

نے بڑی فراخ دلی سے مہیا کیا۔ اٹلی کی حکومت سے یہ مالی امداد حاصل کرنے میں عبدالسلام کے نائب پاؤلو بودینی[ii] (Paolo Budinich) نے بڑا اہم کردار ادا کیا تھا۔ اس سے پتا چلتا ہے کہ عبدالسلام نے اس اطالوی طبیعیات دان کو اپنا نائب منتخب کر کے بڑی دانشمندی کا ثبوت دیا تھا۔ اس مرکز کے افتتاح کے موقع پر نظریاتی طبیعیات کی ایک عالمی کانفرنس کا بہت بڑے پیمانے پر اہتمام کیا گیا۔ یہ انداز عبدالسلام کے خاص طریق کار کا ایک حصہ تھا۔ اس کانفرنس میں ایک درجن سے زیادہ نوبل انعام یافتہ سائنسدانوں کو بلایا گیا۔ شرکا کی فہرست میں تمام معروف نظریاتی طبیعیات دان شامل تھے۔ بلاشبہ یہ ایک تاریخی کانفرنس تھی۔ بطور ڈائریکٹر لینڈاؤ انسٹی ٹیوٹ مجھ سے سوویت یونین کی اکیڈمی برائے سائنس نے سوویت وفد کے بارے میں رائے مانگی تھی۔ اس میں سوویت یونین کی طرف سے جن نظریاتی طبیعیات دانوں نے شرکت کی، ان میں فوک (Fock) (جو اکیڈمی آف سائنس کے ممبر تھے) اور مندرجہ ذیل سائنسدان جو بعد میں اکیڈمی کے ممبر بھی بنے، شامل تھے: وی۔ ایل۔ گنز برگ[iii] (V. L. Ginzburg)، اے۔ اے۔ ابریکوسوف[iv] (A. A. Abrikosov)، ای۔ ایم۔ لفشٹس[v] (E. M. Lifshitz)، ایل۔ ڈی۔ فادیف[vi] (L. D. Faddeev)، ای۔ ایس۔ فریڈکن[vii] (E. S. Fradkin) اور راقم الحروف۔ ان کے علاوہ ماسکو یونیورسٹی کے دو تجربی طبیعیات دانوں کو بھی اس کانفرنس میں مدعو کیا گیا تھا۔ یہ بلند پایہ سائنسدان تھے، لیکن جس موضوع پر یہ کانفرنس منعقد کی گئی تھی اس سے ان سوویت سائنسدانوں کا کوئی خاص تعلق نہیں تھا۔ انھیں میری تجویز پر شرکا کی فہرست میں ''طاقت کا توازن'' برقرار رکھنے کے لیے شامل کیا گیا تھا، کیونکہ سوویت سائنس اکیڈمی کے بیوروکریٹس کے لیے یہ مسئلہ بڑی پریشانی کا باعث بنا ہوا تھا کہ سوویت یونین سے باہر ہونے والی اس کانفرنس میں صرف خالص نظریاتی طبیعیات دانوں کو کیوں مدعو کیا گیا ہے۔ اس لیے وہ جھنجھلا کر یہ سوال اُٹھا رہے تھے کہ ''نظریاتی طبیعیات دانوں کو تجربی طبیعیات دانوں پر کیوں فوقیت دی گئی ہے؟''

میرے خیال میں روس کے نظریاتی طبیعیات دانوں کے اتنے مضبوط وفد نے اس سے پہلے کبھی مغرب کا دورہ نہیں کیا تھا، لیکن معاملات خوش اسلوبی سے آگے نہ بڑھے۔ آخری مرحلے پر ہمیں بتایا گیا کہ گنز برگ کو ایک بار پھر ملک سے باہر جانے کی اجازت نہیں دی جا سکتی۔ تاہم سوویت یونین کی سائنس اکیڈمی کے سربراہ کلڈیش (Keldysh) نے کوشش کر کے گنز برگ کو باہر جانے کی اجازت دلوا دی، اور وہ کانفرنس کے شروع ہونے کے چند دن بعد ٹری ایسٹے پہنچ گئے۔

مجھے اب تک یاد ہے کہ اس کانفرنس میں بڑے اونچے درجے کے مقالے پڑھے گئے۔ ہر شام کو نوبل انعام یافتہ سائنسدانوں کے لیکچر ہوتے تھے جن میں عظیم سائنسدان ڈیراک[v] (P. A. M. Dirac)

کے لیکچر بھی شامل تھے۔ سیر و سیاحت کے بے شمار مواقع تھے اور رات کے کھانے کے لیے باہر جانا ہوتا تھا۔ دوستوں کی ایک ایسی ہی ملاقات کا اہتمام میں نے اور ابریکوسوف نے مل کر کیا تھا اور اس ملاقات میں ہم عام طور پر خاموش رہنے والے ڈیراک کو بھی بولنے پر آمادہ کرنے میں کامیاب ہو گئے تھے۔ ہوا یوں کہ پہلے ایلیوشا (ابریکوسوف) نے معمول کے مطابق اپنی سیر و تفریح سے متعلق کہانیاں سنانی شروع کر دیں۔ ان میں سے ایک میں اس نے بتایا کہ ایک دن وہ پہاڑوں میں اکیلا گھوم رہا تھا کہ اس کا سامنا ریچھ سے ہو گیا۔ ڈیراک اس کہانی سے اتنا متاثر ہوا کہ اُس نے اِس کے بارے میں سوال پوچھنا شروع کر دیئے اور پھر کچھ اپنی باتیں بھی سنائیں۔

اس کانفرنس کے دوران ہم چاروں، گنز برگ، ابریکوسوف، لفشٹس اور میں نے وینس(Venice) اور فلورنس(Florence) کا بذریعہ کار تفریحی سفر بھی کیا اور سان مارینو (San-Marino) کے راستے واپس ٹری ایسٹے پہنچے۔ اس تفریحی سفر کا انتظام بھی عبدالسلام نے کیا تھا۔ اب یہ بات آپ کو عجیب لگے گی مگر یہ یاد رکھنے کے لائق بات ہے کہ سوویت عوام کو ڈالروں میں نقد رقم رکھنے اور نگرانی کے بغیر سفر کرنے کی اجازت نہیں تھی، اس لیے کرائے پر کار لے کر تفریح کے لیے جانا ہمارے لیے ایک مسئلہ تھا۔ اس تفریح کے دوران ہمیں لفشٹس کی وجہ سے فلورنس میں کچھ زیادہ ٹھہرنا پڑا کیونکہ وہ ہمارے ساتھ پٹی گیلری(Pitti Gallery) دیکھنے نہ جاسکا تھا۔ اصل بات یہ ہے کہ لفشٹس سچی لگن رکھنے والا شوقیہ فوٹو گرافر تھا اور اسے ہر اس چیز کی تصویر اُتارے بنا چین نہیں آتا تھا جو اسے دلچسپ معلوم ہوتی ہو۔ وہ یہ تصویریں شوق سے اپنے دوستوں کو دکھاتا تھا اور ان پر تبصرہ کرنا اس کا معمول تھا۔ میرا ذاتی خیال یہ ہے کہ سچی لگن رکھنے والا شوقیہ فوٹو گرافر جب سیر و تفریح کے لیے نکلتا ہے تو دنیا کو صرف کیمرے کی آنکھ سے دیکھتا ہے اور بعض اوقات ایسی انتہائی دلچسپ چیزوں سے لطف اندوز ہونے سے محروم ہو جاتا ہے، جو کیمرے کی آنکھ سے نہیں بلکہ کھلی آنکھوں سے زیادہ خوبصورت دکھائی دیتی ہیں۔

اگر چہ ٹری ایسٹے میں قائم ہونے والے اس مرکز کے قیام کا مقصد تیسری دنیا کے ملکوں میں نظریاتی طبیعیات کا فروغ تھا لیکن اس مرکز نے کم سے کم گزشتہ دو دہائیوں میں اس سے کہیں بڑھ کر ایک زیادہ وسیع معنوں میں عالمی مرکز کا سا کام کیا ہے۔ یہ میری خوش قسمتی ہے کہ موجودہ دور کی نظریاتی طبیعیات کے انتہائی متعلقہ مسائل پر نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز کی طرف سے منعقد کی جانے والی بے شمار کانفرنسوں میں، میں نے شرکت کی ہے۔ ان کانفرنسوں میں مجھے کثیف مادے کی طبیعیات (physics of condensed matter) کے سکولوں کے ڈائریکٹر کا عہدہ دیا گیا اور اس مرکز کی سائنسی کونسل کا رکن بنایا گیا۔ اس لیے میں

کہوں گا کہ نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز کی سرگرمیوں میں حصہ لینا میری سائنسی زندگی کا ایک اہم اور خاص حصہ ہے۔

حواشی

* **تعارف:** آئزک ایم۔ خلاتنیکوف (Isaak M. Khalatnikov)، پیدائش 1919ء، روسی طبیعیات دان ہیں۔ عمومی اضافیت کے نظریے میں اپنے کام کی وجہ سے عالمی شہرت رکھتے ہیں۔ وہ ماسکو کے لینڈاؤ انسٹیٹیوٹ برائے نظریاتی طبیعیات کے 1965ء سے لے کر 1992ء تک ڈائریکٹر رہے انہوں نے زیادہ تر تحقیقی کام لیو لینڈاؤ (Lev Landau) کے ساتھ مل کر کیا جس میں لینڈاؤ خلاتینکوف نظریہ سپر سیالیت (super fluidity) شامل ہے۔

(i)۔ لیو ڈیوڈوویچ لینڈاؤ (Lev Davidovich Landau) 1968ء - 1908ء سوویت یونین کے عظیم ترین سائنسدانوں میں سے ایک ہیں۔ انہوں نے نظریاتی طبیعیات کے تقریباً تمام موضوعات پر اساسی نوعیت کا کام کیا جو سائنسی تدریس کی کتابوں میں اُن کے نام سے منسوب ہے۔ انہیں 1962ء میں کثیف مادہ کی طبیعیات میں تحقیقی کام، خاص طور پر مائع ہیلیم کی خصوصیات پر کام کی وجہ سے طبیعیات کا نوبل انعام دیا گیا۔

(ii)۔ پاؤلو بودینی (Paolo Budinich)، اطالوی طبیعیات دان ہیں۔ ان کی پیدائش 1916ء کی ہے۔ انھوں نے نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز کے قیام میں ڈاکٹر عبدالسلام کی مدد کی تھی اور اس ادارے کے شریک بانی ڈائریکٹر تھے۔ انھیں اطالوی حکومت نے کئی اعزازات سے نوازا ہے۔

(iii)۔ وی۔ ایل۔ گنز برگ (V.L. Ginzburg)، 2009ء-1916ء، روس کے نظریاتی طبیعیات دان تھے۔ انھیں 2003ء میں سپر مائع اور سپر موصلیت پر نوبل انعام ملا تھا۔ ان کا شمار روس کے لیے ہائیڈروجن بم بنانے والوں میں ہوتا ہے۔

(iv)۔ اے۔ اے۔ ابریکوسوف (A. A. Abrikosov)، سوویت یونین کے نظریاتی طبیعیات دان تھے۔ ان کی پیدائش 1928ء میں ہوئی تھی اور انھیں کثیف مادے کی طبیعیات میں کام کرنے پر 2003ء میں نوبل انعام ملا تھا۔

(v)۔ ای۔ دی۔ لفشِٹز 1985ء - 1915ء روسی طبیعیات دان تھے۔ اُن کی وجہ شہرت مشہور سائنسدان لینڈاؤ کے ساتھ مل کر لکھی جانے والی نظریاتی طبیعیات کی 10 کتابوں کا سیٹ ہے جو 1950ء کی دہائی میں طبع ہوا۔

(vi)۔ ایل۔ ڈی۔ فادیف (L.D. Fadeev) پیدائش 1934ء روسی نظریاتی طبیعیات دان ہیں جن کا نام کوانٹم میکانیات کی کئی اہم پیش رفتوں سے وابستہ ہے۔ انھوں نے کئی عالمی انعامات حاصل کئے جن میں 1990ء میں ڈیراک میڈل اور 1996ء میں میکس پلانک میڈل شامل ہیں۔

(vii)۔ ای۔ ایس۔ فریڈکن (E. S. Fradkin) 1999ء - 1924ء ایک نامور روسی طبیعیات دان تھے جنھوں نے کوانٹم گیج نظریہ کی ترقی میں اہم کردار ادا کیا اور کئی بین الاقوامی انعامات حاصل کیے جن میں 1989ء کا ڈیراک میڈل شامل ہے۔

(viii)۔ پی۔ اے۔ ایم ڈیراک (P. A. M. Dirac)، برطانیہ کے نظریاتی طبیعیات دان تھے۔ انھوں نے کوانٹم میکانیات اور کوانٹم برقی حرکیات پر اساسی نوعیت کا کام کیا تھا اور 1993ء میں نوبل انعام پایا تھا۔

مصائب سے راہِ نجات کی تلاش[15]

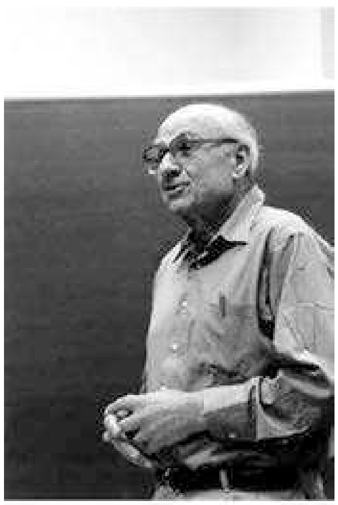
(Finding a Course Through Adversity)

والٹر کوہن*

(Walter Kohn)

کیلیفورنیا یونیورسٹی، امریکا

(University of California, USA)



© ICTP Photo Archives

میری پیدائش پہلی جنگ عظیم ختم ہونے کے چند سال بعد 1923ء میں ویانا کے ایک متوسط یہودی گھرانے میں ہوئی۔ یہ جنگ آسٹریا کے لیے تباہ کن تھی۔ میرے والد اور والدہ دونوں آسٹرو ہنگیرین سلطنت (Austro- Hungarian Empire) میں پیدا ہوئے تھے۔ میرے والد کی پیدائش وسطی یورپ کے تاریخی علاقے موراویا (Moravia) کے قصبے ہوڈونن (Hodonin) میں ہوئی تھی جبکہ میری والدہ اس وقت کے پولینڈ کے علاقے گیلیشیا (Galicia) کے شہر بروڈی (Brody) میں پیدا ہوئی تھیں، جو اب یوکرین (Ukraine) میں ہے۔ بعد میں یہ دونوں اپنے والدین کے ہمراہ دارالحکومت ویانا آ گئے۔ مجھے اپنے دادا، دادی تو یاد نہیں کیونکہ وہ دونوں نسبتاً جواں سالی میں ہی فوت ہو گئے تھے۔ میرے نانا، نانی کا خاندانی نام ریپاپورٹ (Rappaport) تھا، وہ راسخ العقیدہ یہودی تھے اور ریٹائرمنٹ کے بعد کی سادہ زندگی گزار رہے تھے۔ جہاں تک میرے نانا کا تعلق ہے وہ ایک قریبی چھوٹی سی عبادت گاہ (سینیگاگ) میں جسے شول (Schul) کہتے تھے، عبادت کرنے اور مذہبی کتابیں پڑھنے میں اپنا وقت گزارتے تھے۔ میرے والد کاروبار کرتے تھے اور وہ جو اشیا فروخت کرتے تھے ان میں سب سے زیادہ فروخت اعلیٰ قسم کے ان پوسٹ کارڈوں کی

15۔ یہ مضمون مصنف کی نوبل انعام والی تقریر کی تلخیص ہے جسے مصنف کے شکریے کے ساتھ شائع کیا جا رہا ہے۔ یہ تقریر مندرجہ ذیل ویب سائٹ سے لی گئی ہے۔

http://www.nobel.se/chemistry/laureates/1998/kohn-autobio.html

ہوتی تھی جن پر اس زمانے کے ان آرٹسٹوں کی مصوری کے شاہکار بنے ہوتے تھے، جنھیں ان کی فرم نے اسی کام کے لیے رکھا ہوا تھا۔ ان کا یہ کاروبار بیسویں صدی کی پہلی دو دہائیوں میں خوب چلا لیکن پھر پہلی جنگ عظیم میں ان کے بھائی کی موت، آسٹریا میں بادشاہت کے خاتمے اور دنیا بھر کے اقتصادی بحران کی بدولت 1920ء اور 1930ء کی دہائیوں میں بتدریج مندی کا شکار ہوتا چلا گیا۔ میرے والد ایک کے بعد ایک بحران سے مقابلہ کرتے رہے، اپنے کاروبار کو جاری رکھنے کی کوشش کرتے رہے اور اپنے خاندان کی کفالت کے لیے جدوجہد کرتے رہے۔ میری والدہ بہت پڑھی لکھی خاتون تھیں، انھیں جرمن، لاطینی، پولش اور فرانسیسی زبانوں کی اچھی سمجھ بوجھ تھی اور وہ کچھ کچھ یونانی، عبرانی اور انگلش زبان سے بھی واقفیت رکھتی تھیں۔ مجھے یقین ہے کہ انھوں نے گیلیشیا میں کسی اچھے ہائی سکول سے تعلیم مکمل کی تھی۔ اگرچہ ان کے والدین کے توسط سے ہم نے روایتی یہودیت کے ساتھ اپنا تعلق قائم رکھا ہوا تھا لیکن اس کے ساتھ ساتھ میرے والدین، خاص طور پر میرے والد، ویانا کی فنی اور ادبی زندگی کا بھی حصہ تھے جس میں دینی تعلیمات کا زیادہ اثر نہیں تھا۔

جب میں نے ابتدائی تعلیم مکمل کر لی تو میری والدہ نے مجھے ویانا شہر کے اندرونی علاقے میں ایک بہت اچھے ہائی سکول اکادمی جمنازیم (Akademische Gymnasium) میں داخل کروا دیا۔ وہاں تقریباً پانچ سال تک مجھے جو بہترین تعلیم ملی، اس کا زیادہ جھکاؤ لاطینی اور یونانی زبان کی طرف تھا۔ اس زمانے میں میرا پسندیدہ مضمون لاطینی زبان تھا جس کی ساخت اور اختصار مجھے پسند تھی۔ اس کے برعکس ریاضی میں میری کوئی دلچسپی نہیں تھی اور بظاہر میرے اندر اسے سیکھنے کی صلاحیت بھی ناپید معلوم ہوتی تھی۔ اسے پڑھایا بھی عام سے طریقے سے جاتا تھا اس لیے ریاضی میں میرے لیے دلچسپی پیدا نہ ہو سکی۔ سکول کے تمام مضامین میں سے صرف یہی ایک ایسا مضمون تھا جس میں مجھے سی گریڈ ملا تھا۔ اس زمانے میں میرے اندر یہ خیال پختہ ہو چکا تھا کہ بالآخر مجھے اپنا خاندانی کاروبار سنبھالنے کو کہا جائے گا اور یہ ایک ایسا امکان تھا جسے نہ چاہتے ہوئے بھی مجھے بے دلی سے قبول کرنا پڑتا۔

آسٹریا کے جرمنی میں انضمام (Anschluss) نے سب کچھ بدل کے رکھ دیا۔ ہمارے خاندانی کاروبار کو بحق سرکار ضبط کر لیا گیا اور میرے والد کو حکم ملا کہ اس کاروبار کا انتظام بدستور وہی سنبھالیں گے مگر انھیں کوئی معاوضہ نہیں ملے گا۔ اس صورت حال میں میری بہن نے فوراً ہی برطانیہ ترکِ وطن کرنے کا بندوبست کر لیا، اور مجھے سکول سے نکال دیا گیا۔

اگلے موسم خزاں میں، میں ایک یہودی سکول شاجس جمنازیم (Chajes Gymnasium) میں داخلہ لینے میں کامیاب ہو گیا۔ یہاں مجھے دو غیر معمولی اساتذہ ملے، ایک طبیعیات کے ڈاکٹر ایمل نوہل (Emil Nohel)

اور دوسرے ریاضی کے ڈاکٹر وکٹر سباتھ (Victor Sabbath) تھے۔ یہ دونوں اساتذہ طلبہ میں تعلیم کی دلچسپی پیدا کرنا جانتے تھے۔ ان دونوں نے اپنے اپنے مضامین سے متعلق اپنی گہری محبت اور سوجھ بوجھ ہمیں منتقل کی۔ میں اس موقع پر بھی ایک دفعہ پھر ان دونوں کا دل کی گہرائیوں سے شکریہ ادا کرتا ہوں کہ ان کی تحریک کی بدولت میرے اندر پہلی بار سائنس سے دلچسپی پیدا ہوئی تھی۔

میں اس بات کو بھی انتہائی شکرگزاری کے جذبات کے ساتھ بیان کروں گا کہ دوسری جنگ عظیم کے دوران، جب مجھے اپنے والدین سے الگ ہونا پڑا چونکہ وہ آسٹریا سے نکل نہیں سکتے تھے، دو دفعہ مجھے انتہائی نفیس خاندانوں کے ساتھ رہنے کا موقع ملا۔ اُن میں سے ایک برطانیہ کے علاقے سسیکس (Sussex) میں چارلس (Charles) اور ایوا ہوف (Eva Hauff) کا گھرانہ تھا، جنھوں نے مجھے پہلے کبھی نہیں دیکھا تھا۔ انھوں نے میری بڑی بہن مینا (Minna) کو بھی خوش آمدید کہا تھا۔ چارلس میرے والد کی طرح آرٹ کی طباعت کا کام کرتے تھے اور ان دونوں کے کاروباری تعلقات بھی تھے۔ چند سال بعد کینیڈا کے شہر ٹورنٹو (Toronto) کے ڈاکٹر برونو مینڈل (Dr. Bruno Mendal) اور ان کی بیوی ہرتھا (Hertha) نے مجھے اور میرے دوست جوزف آئیسنگر (Joseph Eisinger) کو اپنے گھر میں ٹھہرایا۔ ان دونوں خاندانوں نے پڑھائی کے معاملے میں میری بہت حوصلہ افزائی کی۔ ہوف خاندان نے مجھے سسیکس میں ایسٹ گرنسٹیڈ کاؤنٹی سکول (East Grinstead County School) میں اور مینڈل خاندان نے مجھے ٹورنٹو یونیورسٹی میں تعلیم دلوائی۔ میرے لیے یہ تصور بھی محال ہے کہ میں ان کی مدد کے بغیر کبھی سائنسدان بن سکتا تھا۔

جب میں دوسری جنگ عظیم چھڑنے سے تین ہفتے پہلے اگست 1939ء میں برطانیہ پہنچا تو میں نے کاشتکار بننے کا فیصلہ کیا ہوا تھا کیونکہ میں 1930ء کی دہائی میں بے شمار صاحب علم لوگوں کو بے روزگار دیکھ چکا تھا۔ اس کے لیے میں نے کینٹ (Kent) کے ایک فارم پر تربیّت لینا شروع کر دی۔ مگر میں ایک سخت بیماری میں مبتلا ہو گیا، مجھے گردن توڑ بخار (meningitis) ہو گیا تھا جس سے میں بہت لاغر ہو گیا۔ اسی لیے جنوری 1940ء میں ہوف نے جو میرے ''قائم مقام'' والدین تھے مجھے اس ہائی سکول میں داخلہ دلوا دیا جس کا میں پہلے ذکر کر چکا ہوں۔ کچھ عرصہ تک بے یقینی کی کیفیت میں رہنے کے بعد میں نے علومِ ریاضی، طبیعیات اور کیمیا پر توجہ مرکوز کر دی۔

جب میری عمر سترہ برس ہوئی تو اس کے کچھ عرصہ بعد مئی 1940ء میں برطانوی وزیراعظم چرچل نے ان تمام افراد کو ''دشمن ملک کے بدیسی'' قرار دے کر (جن کے پاس میری طرح دشمن ملکوں کا پاسپورٹ تھا) نظر بند کرنے کے احکام جاری کر دیئے۔ میں نے تقریباً دو ماہ برطانیہ کے مختلف کیمپوں میں گزارے

بشمول جزیرہ آئل آف مین "Isle of Man" کے جہاں میرے سکول نے مجھے وہ کتابیں بھیج دی تھیں جن کی مجھے ضرورت تھی۔ یہاں میں نے ریاضی اور طبیعیات پر ان لیکچروں میں بھی شرکت کی جو ایسے پختہ کار سائنسدانوں نے دیئے تھے جو خود بھی وہاں پر نظر بند تھے، گو کہ مجھے سمجھ کچھ نہیں آتا تھا۔

جولائی 1940ء میں مجھے بحری جہاز پر بٹھا کر کینیڈا کے شہر کیوبک سٹی بھیج دیا گیا، وہاں سے ٹرین کے ذریعے، کیوبک کے علاقے ماریسی (Mauricie) کے تین دریاؤں کے سنگم پر واقع شہر ٹُوا اروی ایئغ (Trois Rivieres) کے کیمپ میں پہنچا دیا گیا۔ اس کیمپ میں جرمن شہریوں اور میرے جیسے پناہ گزینوں کو رکھا گیا تھا۔ ایک بار پھر نظر بندوں کے ہی پڑھائے ہوئے مختلف مضامین کی پیشکش کی گئی۔ ان میں سے جو مضمون مجھے زیادہ دلچسپ لگا وہ سیٹ نظریے (set theory) سے متعلق تھا جسے ریاضی دان ڈاکٹر فرٹز راتھ برگر (Dr. Fritz Rothberger) نے پڑھایا اور جسے اس کیمپ میں موجود دو طلبہ نے پڑھا۔ ڈاکٹر راتھ برگر کا تعلق ویانا سے تھا، وہ بڑے مہربان اور نرم مزاج شخص تھے۔ وہ برطانیہ کی کیمبرج یونیورسٹی میں پرائیویٹ طور پر اعلیٰ تعلیم حاصل کر رہے تھے۔ انھیں ریاضی کی فطری گہرائی اور اس کے حسن کے ساتھ جو پیار تھا وہ بتدریج ان کے طلبہ کے دلوں میں بھی اُترتا چلا گیا۔

بعد میں مجھے کیوبک اور نیو برنس وِک (New Brunswick) کے مختلف کیمپوں میں منتقل کیا جاتا رہا۔ میرے ایک اور نظر بند ساتھی ڈاکٹر اے ہیکشر (A. Heckscher) آرٹ کے تاریخ دان تھے۔ انھوں نے میرے جیسے ان نوجوانوں کے لیے ایک اعلیٰ کیمپ سکول قائم کیا جن کی تعلیم نظر بندی کی وجہ سے متاثر ہوئی تھی اور جو کینیڈا کے سرکاری ہائی سکول کے امتحانات میں شرکت کی تیاری کر رہے تھے۔ اس طرح میں نے میک گل یونیورسٹی (McGill Univesity) کا جونیئر میٹرک اور پھر ریاضی، طبیعیات اور کیمیا میں میٹرک کا سینئر امتحان پاس کیا۔ اُس وقت میری عمر اٹھارہ سال تھی اور میں بڑی سنجیدگی سے طبیعیات کو اپنا پیشہ بنانے کے لیے پرامید تھا جبکہ ریاضی میں گہری دلچسپی کی حیثیت ضمنی تھی۔

میں یہ بات اظہارِ تشکر کے طور پر بیان کر رہا ہوں کہ کیمپ کا تعلیمی پروگرام، کینیڈا کی ریڈ کراس اور کینیڈا کے یہودیوں کی خیراتی مالی امداد سے چل رہا تھا۔ میں یہاں یہ بھی بتانا چاہوں گا کہ زیادہ تر کیمپوں میں ہمیں درخت، لکڑی اور شہتیر کاٹنے اور اُٹھانے کا کام مل جاتا تھا جس کا معاوضہ ہمیں بیس سینٹ یومیہ ادا کیا جاتا تھا۔ چنانچہ میں اس ''شاہانہ آمدنی'' کو احتیاط کے ساتھ جمع کرتا چلا گیا اور اس رقم سے میں نے ہارڈی (Hardy) کی کتاب ''پیور میتھ میٹکس'' (Pure Mathematics) اور سلیٹر (Slater) کی کتاب ''کیمیکل فزکس'' (Chemical Physics) خرید لیں۔ یہ کتابیں آج بھی میری کتابوں کی الماریوں میں موجود ہیں۔ جنوری

1942ء میں میری نظر بندی ختم کر دی گئی اور ٹورنٹو میں پروفیسر برونو مینڈل(Professor Bruno Mendel) کے خاندان نے مجھے اپنا لیا۔ زندگی کے اس مرحلے پر میں نے طبیعیات کے بجائے انجینئر نگ کو اختیار کرنے کے بارے میں بھی سوچا تا کہ جنگ کے بعد اپنے اصلی والدین کی مالی مدد کر سکوں، مگر اسی عرصے میں مینڈل خاندان نے مجھے پروفیسر لیو پولڈ اِنفیلڈ (Leopold Infeld) سے ملایا، جو ٹورنٹو آنے سے پہلے کئی سال آئن سٹائن کے ساتھ رہے تھے۔ اِنفیلڈ نے مجھ سے گفتگو کرتے ہوئے ڈرائنگ روم میں ہی ایک طرح کا زبانی امتحان لے لیا اور یہ نتیجہ اخذ کیا کہ طبیعیات ہی میری سچی لگن ہے۔ انھوں نے مجھے مشورہ دیا کہ میں ٹورنٹو یونیورسٹی میں ریاضی اور طبیعیات کی وہ تعلیم حاصل کروں جو ہے تو بڑی مشکل مگر مثالی ہے۔ انھوں نے یہ بات زور دے کر کہی کہ یہ پروگرام مکمل کرنے کے بعد میں کم از کم اتنا معقول ذریعہ روزگار ضرور حاصل کرلوں گا جتنا انجینئر نگ کرنے کے بعد مل سکتا ہے۔

میں خوش قسمت تھا کہ مجھے ٹورنٹو میں ریاضی اور اطلاقی ریاضی کا ایک غیر معمولی تعلیمی پروگرام مل گیا۔ اس زمانے کے ماہرینِ ریاضی میں روشن اور تاباں ستارے جو آج بھی مجھے اپنی آب وتاب کے ساتھ صاف دکھائی دیتے ہیں وہ الجبرے کے ماہر رچرڈ برائر(Richard Brauer)، غیر اقلیدسی جیومیٹری کے ماہر ایچ۔ ایس۔ ایم کوکسٹر (H. S. M. Coxeter) اور میں جن کا پہلے ذکر کر چکا ہوں یعنی لیو پولڈ انفیلڈ اور دو کلاسیکی اطلاقی ریاضی دان، جان لائٹن سنج (John Lighton Synge) اور الیگز ینڈر وائن سٹائن (Alexander Wienstein) ہیں۔ اساتذہ کے اس گروپ کو ڈین بیٹی (Dean Beatty) یہاں لے کر آئے تھے۔ اُن دنوں ٹورنٹو یونیورسٹی کے ریاضی کے طلبہ شمالی امریکا کے معروف تعلیمی اداروں کے ریاضی کے طلبہ کے ساتھ مقابلہ کرتے تھے اور مسلسل سالانہ پَٹ نَم مقابلہ[(i)] (Putnam competition) جیتتے چلے آ رہے تھے (یہ ذکر کرنا ضروری ہے کہ میں نے کبھی اس مقابلے میں حصہ نہیں لیا)۔ اس یونیورسٹی کے طبیعیات کے شعبے میں بھی بڑے ممتاز اساتذہ موجود تھے۔ انھیں کم درجۂ حرارت کی طبیعیات (low tempreature physics) کے ابتدائی دور سے تعلق رکھنے والے طبیعیات دان جون سی۔ میک لینن(John C. McLennan) نے اکٹھا کیا تھا مگر جب میں نے اس یونیورسٹی میں داخلہ لیا تو ان کا انتقال ہو چکا تھا۔ انھوں نے جن بڑی شخصیات کو یہاں جمع کیا تھا ان میں رامن طیف بینی (Raman spectroscopy) کے ماہر ایچ۔ جی۔ ویلش (H. G. Welsh)، بصریات(optics) کے ماہر ایم۔ ایف۔ کرافورڈ(M. F. Crawford)، کم درجۂ حرارت کے طبیعیات دان ایچ۔ جی۔ سمتھ (H. G. Smith) اور اے۔ ڈی۔ مائزنر(A. D. Misener) شامل تھے۔ اس زمانے میں میرا ساتھی طالب علم آرتھر شاؤلو[(ii)] (Arthur Schawlow) بھی تھا، جس نے بعد میں لیزر شعاعوں کی ایجاد اور استعمال کے سلسلے میں نوبل انعام حاصل

کیا تھا۔

میں نے ایک دوموسم گرما میں کل وقتی طور پراورسکول کے تعلیمی دنوں میں جز وقتی طور پرایک چھوٹی کینیڈین کمپنی میں کام کیا، جوفوجی طیاروں کے لیے برقی آلات بناتی تھی۔اس کے کچھ عرصہ بعد میں نے دو موسم گرماایک ارضی طبیعیات دان کےساتھ کام کرتے ہوئے گزارے۔وہ شمالی انٹاریو(Ontario)اور کیوبک (Quebec)میں سونے کے ذخائر تلاش کررہا تھا(اوراسے سونا ملا بھی)۔

اپنا جونیئر تعلیمی سال مکمل کرنے کے بعد میں کینیڈین فوج میں بھرتی ہوگیا۔میکانیات کے ایک اعلیٰ سطح کے معیاری کورس کے دوران اے۔وائن سٹین (A.Weinstein) نے مجھے لٹو کی حرکیات (dynamics of top)اورسمت کاتعین کرنے والے آلے جائروسکوپ(Gyroscope) کی حرکیات سے متعارف کروایا تھا۔فوجی خدمت کےدوران اپنےفرصت کےاوقات کااستعمال کرتے ہوئے میں نے بھاری متشاکل لٹوؤں (Symmetrical Tops) کی حرکت تقدیمی(precession) پرلاگو ہونے والی کڑی حدود کاتعین کیا۔میرا یہ مقالہ "Contour Integration in the Theory of the Spherical Pendulum and the Heavy Symmetrical Top" کےعنوان کےتحت "Transactions of American Mathematical Society" میں شائع ہوا۔ ایک سال کی فوجی سروس مکمل ہونے کے بعد،اگرچہ میں نے چارسالہ انڈرگریجویٹ پروگرام کےصرف ڈھائی سال مکمل کیے تھےلیکن مجھے جنگ کےدوران "حاضرفوجی" ہونے کی حیثیت سے اطلاقی ریاضی کی بیچلرڈگری دے دی گئی۔

فوج سے فارغ ہونے کے بعد 1945-46ء میں، میں نے ماسٹرز کی ڈگری کے لیےایک بہترین اونچے درجہ کے تیز رفتار پروگرام میں داخلہ لیا۔اس میں کچھ وہ اعلیٰ کورس بھی تھےجنھیں میں اس سے پہلے انڈر گریجویٹ کورس کے دوران نہیں کرسکا تھااور کچھ گریجوایٹ کورس۔ پھراس کےعلاوہ ماسٹرز کے لیے میرے مقالے میں ایک تولٹو کی حرکیات پراوردوسراایٹمی موج فنکشن(atomic wave functions)سےمتعلق درجہ بندی(scaling) پرمضامین شامل تھے۔

میرےاساتذہ کا دانشمندانہ اصرار تھا کہ میں ٹورنٹو میں ٹھہر کر پی ایچ ڈی کرنے کا نہ سوچوں بلکہ کسی اور یونیورسٹی سے پی ایچ ڈی کروں لیکن مزید تعلیم حاصل کرنے کے لیے مالی مدد ملنا مجھے بہت دشوار لگ رہا تھا۔ آخرکار جب مجھے ہاورڈ یونیورسٹی (Harvard Uiversity) میں لہمین(Lehman) کی عمدہ فیلوشپ ملی تو میں خوشی سے جھوم اُٹھا۔لیوپولڈان فلیڈ نے مجھے مشورہ دیا کہ میں کوشش کروں کہ ہاورڈ میں جولین شوینگر (Julian Schwinger) مجھے اپنے سٹوڈنٹ کےطور پرقبول کرلے۔ جولین شوینگر کی عمرابھی بیس اورتیس سال کے

درمیان تھی لیکن وہ اس عمر میں ہی نظریاتی طبیعیات کے میدان میں عالمی شہرت حاصل کر چکا تھا۔

ہاورڈ جیسی مایہ ناز یونیورسٹی پہنچ کر جہاں کئی فیکلٹی ممبر اور گریجویٹ طلبہ لاس الماس (Los Almos) اور میساچوسیٹس انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (MIT) کی تابکاری کی لیبارٹری (Radiation Laboratory) وغیرہ میں جنگ سے متعلق شاندار کام کر کے واپس آئے تھے، وہاں ٹورنٹو کی ایک الگ تھلگ یونیورسٹی سے آئے ہوئے طالب علم کے لیے ماحول کچھ غیر محفوظ سا تھا۔ میرا ہدف یہ تھا کہ میں یہاں کم از کم ایک سال گذارا کر لوں۔ میرے شعبے کے سربراہ جے۔ایچ۔ وان ولیک[iii] (J. H. Van Vleck) بڑی مہربان شخصیت کے مالک تھے۔ وہ مجھے ہمیشہ ٹورنٹو کوہن کے نام سے بلاتے تھے۔ میرے خیال میں میرا کوئی ایسا ہم نام کبھی وہاں رہا ہوگا جس نے کچھ پریشان کن کام کیا ہوگا جس کو میرے نام سے جوڑنا انھوں نے مناسب نہیں سمجھا تھا، اس لیے انھوں نے میرے نام کو اس سے الگ کر دیا تھا۔ ایک دفعہ وان ولیک نے ٹھوس مادے میں بینڈ نظریے (band-theory of solids) سے متعلق اپنی سوچ، جسے بعد میں کوانٹم ڈیفیکٹ طریقہ کار (quantum defect method) کا نام دیا گیا، بتاتے ہوئے مجھ سے پوچھا کہ کیا میں اس پر کام کرنا پسند کروں گا۔ میں نے اُن سے سوچنے کے لیے وقت مانگ لیا۔ کچھ دنوں بعد جب ولیک سے ملاقات ہوئی تو میں نے اپنے ماتحت کام کرنے کا موقع دینے کے لیے اُن کا شکریہ ادا کیا، لیکن ولیک کے تجویز کردہ کام کو بالکل سمجھے بغیر، میں نے یہ وضاحت بھی پیش کی کہ میں ابھی تک یہ فیصلہ نہیں کر سکا کہ مجھے طبیعیات کے کس ذیلی موضوع پر اپنا مقالہ تیار کرنا ہے، لیکن مجھے اس بات کا یقین ہے کہ یہ ٹھوس حالتوں کی طبیعیات (solid states physics) کے متعلق نہیں ہوگا۔ وہی کام جو وان ولیک نے مجھے کرنے کو کہا تھا اس پر تھامس کوہن[iv] (Thomas Kuhn) نے اپنا مقالہ (thesis) لکھا، (اس نے بعد میں سائنس کے فلسفی کے طور پر شہرت پائی)۔ اس کے کام کو میں نے اور چند دوسرے اصحاب نے آگے بڑھایا۔ اگرچہ میں نے پہلی مرتبہ ٹھوس حالتوں کی طبیعیات پر کام کرنے سے انکار کر دیا تھا لیکن بہت جلد یہی میری پیشہ ورانہ زندگی کا مرکز بن گیا اور وان ولیک اور میں زندگی بھر کے لیے دوست بن گئے۔

وان ولیک کے ساتھ اس واقعہ کے بعد میں جولین شوینگر کی خدمت میں حاضر ہوا اور اس سے درخواست کی کہ وہ مجھے بھی ان طلبہ میں شامل کر لے جو ان کی نگرانی میں مقالے کے لیے تحقیق کر رہے ہیں۔ شوینگر اپنی اعلیٰ درجے کی تحقیق اور مشکل گریجویٹ کورس، مثلاً موج رہبر اور جوہری طبیعیات (waveguides and nuclear physics) پڑھا کر کر خود کو ایک نمایاں طور پر ذہین محقق اور لیکچرار ثابت کر چکا تھا اور طلبہ کی بڑی تعداد اس کی طرف کھنچتی چلی آتی تھی۔ ان میں وہ بھی تھے جو پڑھائی درمیان میں چھوڑ کر

جنگ سے متعلق مختلف خدمات انجام دینے چلے گئے تھے اور اب واپس اپنی تعلیم کا سلسلہ جوڑنے آئے تھے۔

میں نے شوینگر کو مختصر طور پر اپنی ان ادنیٰ کوششوں کے متعلق بتایا جو اصولِ تغیر (variational principles) پر مبنی تھیں۔ اس نے خود بھی جنگ کے دوران موج رہبروں (waveguides) ، بصریات (optics) اور ایٹمی طبیعات (Atomic Physics) کے حوالے سے اعلیٰ پائے کے نئے گرین فنکشن (Green function) پر مبنی تغییری اصول ایجاد کیے تھے۔ کچھ ہی عرصے بعد گرین فنکشن کے اس طریقے کے ذریعے کوانٹم الیکٹروڈائنمکس (quantum electrodynamics) پر اس کے کام نے اسے نوبل انعام دلانے میں اہم کردار ادا کیا۔ میری گفتگو سننے کے چند منٹ بعد ہی اس نے مجھے اپنی زیرِ نگرانی تحقیق کرنے والے تقریباً دس طلبہ میں شامل کر لیا اور تجویز کیا کہ میں کم توانائی والے نیوٹرون - ڈیوٹیران (neutron-deuteron) جیسے اجسام کو لے کر تین اجسام کے باہمی انتشار کے مسئلے کا حل گرین فنکشن کے تغییری طریقے سے تلاش کروں۔ ساتھ ہی اس نے مجھے خبردار کیا کہ وہ اس موضوع پر کام کر چکا ہے مگر کامیاب نہیں ہو سکا۔ کوئی چھ ماہ بعد جب اس راستے پر چلتے ہوئے مجھے کچھ جزوی اور انتہائی غیر تسلی بخش نتائج ہی مل سکے تو میں نے متبادل طریقے اختیار کرنے کا فیصلہ کیا۔ اس طرح مجھے بہت جلد ایک بنیادی کلیہ مل گیا جو بعد میں کوہن تغییری اصول (Kohn's variational principle) کہلایا اور اس کا اطلاق صرف منتشر ہونے والے ذروں پر ہی نہیں بلکہ یہ ایٹمی مرکزے، ایٹم اور سالمے کے مسائل کے حل میں بھی مفید ثابت ہوا۔ چونکہ میں نے شوینگر کے محبوب گرین فنکشن کو چھوڑ کر ایک اور راستہ اختیار کیا تھا اس لیے مجھے یوں محسوس ہوا کہ اسے بہت مایوسی ہوئی ہے تاہم اس نے 1948ء میں میرے اس کام کو میرے پی ایچ ڈی مقالے کے لیے تسلیم کر لیا۔

پیچھے مڑ کر دیکھتا ہوں تو میں خود کو بڑا خوش قسمت جانتا ہوں کہ میں نے سائنسی ترقی کے عظیم ڈرامے میں ایک چھوٹا سا کردار ادا کیا ہے اور میں انتہائی شکر گزار ہوں ان سب کا، بشمول اپنے خاندان، اپنے مہربان قائم مقام والدین، اساتذہ، ساتھی طلبہ اور مختلف عمروں کے ان شرکائے کار کا، جنھوں نے اسے ممکن بنایا۔ یہ ایک دلچسپ سفر تھا۔

حواشی

* **تعارف:** والٹر کوہن (Walter Kohn)، (1923ء-2016ء)، آسٹرین نژاد امریکی نظریاتی طبیعیات دان تھے۔ انھیں 1998ء میں جون پوپل (John Pople) کے ساتھ کیمیا میں نوبل انعام ملا تھا، جو کہ کثیر تعداد کے برقیوں والے ایٹموں میں توانائی کی سطح کے تعین کے کثافتی فنکشنل (Density Functional) کے طریقہ کار کو ایجاد کرنے پر دیا گیا تھا۔

(i)۔ ولیم لوویل پٹ نم (William Lowell Putnam) مقابلہ جسے عام طور پر پٹ نم مقابلہ (Putnam Competition) کہا جاتا ہے، ہر سال منعقد ہوتا ہے اور اس میں امریکا اور کینیڈا کے کالج کے انڈر گریجویٹ طلبہ (قطع نظر اس کے کہ ان کی

قومیت کیا ہے) حصہ لیتے ہیں۔اس مقابلے میں کامیاب طلبہ کو وظیفے کے علاوہ ڈھائی سو سے ڈھائی ہزار ڈالر تک دیئے جاتے ہیں اور جو سکول اوّل آتے ہیں انھیں پانچ ہزار سے پچیس ہزار ڈالر ملتے ہیں۔

(ii)۔ آرتھر شاؤلو (Arthur Schawlow)، 1999ء-1921ء، امریکی طبیعیات دان جنہیں 1981ء میں لیزر سے متعلق کام نکولاس بلوم برگن (Nicolass Bloembergen) اور کائی سِیگ باہن (Kai Siegbahn) کے ساتھ مشترکہ نوبل انعام ملا۔

(iii)۔ جے۔ ایچ۔ وان ویلک (J. H. Van Vleck)، 1980ء-1899ء ، امریکی طبیعیات اور ریاضی دان تھے۔ ٹھوس مقناطیسیت میں برقیوں کے طرز عمل کو معلوم کرنے پر انھیں 1977ء میں نوبل انعام ملا تھا۔

(iv)۔ تھامس کوہن (Thomas Kuhn)، 1996ء-1922ء، امریکی تاریخ دان اور سائنس کے فلسفی تھے، ان کی کتاب سائنسی انقلاب کا ڈھانچہ (The Structure of Scientific Revolution) اگرچہ متنازعہ رہی ہے مگر اس نے گہرے اثرات مرتب کیے ہیں۔

ذمّہ داری کے معاملات

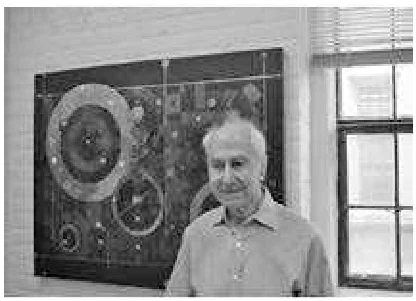
(Issues of Responsibility)

سرگے لینگ*

(Serge Lang)

ییل یونیورسٹی، امریکا

(Yale University, USA)



© Courtesy of Serge Lang

کاتے پلّی سری نواسن (Katepalli Sreenivasan) کئی برس ییل (Yale) یونیورسٹی میں رہے ہیں اور اب وہ عبدالسلام عالمی مرکز برائے نظریاتی طبیعیات کے ڈائریکٹر ہیں۔انھوں نے مجھے کہا کہ میں اپنے ذاتی تاثرات کے چند صفحات اُس مجموعے کے لیے لکھوں جسے اشاعت کے بعد دنیا بھر کے ہائی سکولوں میں تقسیم کیا جائے گا۔میں سری نواسن کی طرف سے ماضی میں دی گئی مدد کا اس قدر ممنون ہوں کہ اُن کو انکار نہیں کر سکا۔

میں اپنی نوجوانی میں ریاضی کا دیوانہ نہیں تھا۔صرف گاہے بگاہے ہی اِس مضمون میں بہتر نتیجہ دکھاتا تھا۔ 1943ء میں جب میں سولہ برس کا ہوا تو میں نے کیلیفورنیا انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (California Institute of Technology) میں انڈر گریجویٹ کے طور پر داخلہ لیا۔اس وقت میری دلچسپی علوم انسانی (humanities) بشمول موسیقی میں زیادہ تھی۔ میں ریاضی میں بی اور سی، طبیعیات میں سی، کیمیا میں ڈی اور انگریزی، تاریخ اور علوم انسانی کے مضامین میں عام طور پر اے گریڈ لیتا تھا۔ ایک مرتبہ اعلیٰ کیلکولس (calculus) میں سی گریڈ ملا جبکہ میں بی کا حقدار تھا، مگر پروفیسر نے میرا گریڈ بدلنے سے انکار کر دیا۔ دوسری جنگ عظیم کے دوران گرمیوں کی تعطیلات نہیں ہوتی تھیں چنانچہ مسلسل تعلیم حاصل کر کے 1946ء میں میں نے گریجویشن کر لی۔اس کے بعد مجھے فوجی خدمت کے لیے بھرتی کر لیا گیا۔ یوں میں امریکی فوج میں ایک سال رہا جس میں سے زیادہ تر وقت میں نے اٹلی کے شہر ٹری ایسٹے میں گزارا جہاں میں ڈویژن نمبر اٹھاسی کے اسسٹنٹ چیف آف سٹاف کے جاسوسی کے شعبے میں 'پرائیویٹ'[i] کے عہدہ پر کام کرتا تھا۔اسی لیے میں

دنیا کے اس خطے کو اچھی طرح جانتا ہوں۔ 1947ء کے موسم گرما میں مجھے فوج سے فارغ کر دیا گیا تو میں نے پرنسٹن (Princeton) کے گریجویٹ سکول کے شعبہ فلسفہ میں داخلہ لے لیا۔ مجھے یہ داخلہ کالٹیک (Caltech) کے میرے علوم انسانی کے پروفیسر کی سفارش پر ملا تھا۔ تاہم جب دوسرا سیمسٹر شروع ہوا تو میں نے فلسفے کے دو گریجویٹ کورس لینے کے ساتھ ساتھ آزمائش کے طور پر ریاضی کے دو انڈر گریجویٹ کورس، خطی الجبرا (linear algebra) اور کمپلیکس تجزیہ (complex analysis) بھی لے لیے۔ مجھے ان دونوں میں کوئی مشکل پیش نہیں آئی، اس لیے اگلے موسم خزاں میں پرنسٹن یونیورسٹی نے مجھے شعبۂ ریاضی میں داخلہ دے دیا۔ چنانچہ میں نے ریاضی کے گریجویٹ کورسز پڑھنا شروع کیے اور جلد ہی میں پروفیسر ایمل آرٹن (Emil Artin) کا شاگرد بن گیا جنھوں نے مجھے خطی الجبرے کا کورس پڑھایا تھا۔ ان کی راہنمائی میں مَیں نے 1951ء میں پی ایچ ڈی کی۔ یونیورسٹی میں ایک اور سال رہا، پرنسٹن کے انسٹیٹیوٹ فار ایڈوانسڈ سٹڈیز (Institute for Advanced Studies) میں ایک سال تک کام کیا اور پھر شکاگو چلا گیا جہاں میں دو سال تک انسٹرکٹر رہا۔ آج کل اس عہدے کو بعد از ڈاکٹریٹ (postdoc) کہتے ہیں۔ پھر مجھے مستقل ملازمت مل گئی جو کولمبیا یونیورسٹی سے شروع ہوئی جہاں میں پندرہ سال رہا۔ اس دوران 1956ء میں، میں نے کچھ بڑے تصورات پیش کر کے اور انھیں شائع کر کے ریاضی دان کے طور پر اپنی حیثیت کو مستحکم کر لیا۔

میں ایک گفتگو کو یہاں قلمبند کرنا چاہتا ہوں جو میری اپنے اُستاد آرٹن (Artin) کے ساتھ اُس وقت ہوئی جب میرا پی ایچ ڈی کا مقالہ مکمل ہو گیا تھا۔ میں نے ان سے کہا: میں نے مقالہ لکھ لیا ہے اور یہ اس لیے ہوا ہے کہ میرے پاس ایک خیال موجود تھا لیکن آنے والی زندگی میں اُس وقت کیا ہو گا جب میرے پاس کوئی تصوّرات نہ ہوئے اور میں ریاضی میں کچھ دریافت کرنے کے لیئے پھنس کر رہ گیا۔؟ انھوں نے جواب دیا: ''ایک ریاضی دان بننے کے لیے تمھیں یہ قیمت تو چکانا پڑے گی''۔ لیکن میں خوش قسمت ثابت ہوا۔ اگرچہ یہ دھڑکا تو لگا رہتا ہے کہ کیا ریاضی کے نئے کلیوں (یا قیاس آرائیوں) کی دریافت ہو سکے گی یا نہیں لیکن اس وقت سے اب تک کی زندگی میں میں نے مسلسل کام کیا اور مقالے شائع کیے سوائے 1969ء-1966ء کے تین سالوں کو چھوڑ کر جو میں نے امریکا میں جاری احتجاجی مہم کی حمایت میں صرف کیے اور اس دوران کوئی تحقیقاتی مقالہ شائع نہیں کر سکا۔

خالص ریاضی (Pure mathematics) سائنس نہیں ہے جس کا مرکزی جزو تجرباتی یعنی مشاہداتی دنیا (empirical world) کے ساتھ مطابقت قائم کرنا ہوتا ہے۔ چنانچہ اب تک کی میری دریافتیں ایک آرٹ کی مانند ہیں جن کے متعلق یہ نہیں کہا جا سکتا کہ یہ کب اطلاق پذیر ہوں گی۔ مزید برآں یہ دریافتیں ایک ایسی

تکنیکی سطح کی ہوتی ہیں کہ زیرِنظر مضمون کی طرح کا کوئی مضمون جب بڑی تعداد کے قارئین کے لیے لکھا جائے تو انھیں آسان زبان میں واضح کرنا ناممکن ہوتا ہے۔ خوش قسمتی سے میں آپ کے سامنے ریاضی کا ایک ایسا خوبصورت نمونہ پیش کرسکتا ہوں جس کا تعلق عمیق ریاضی (deep mathematics) سے ہے اور جسے اس طرح ثابت کیا گیا ہے کہ وہ ثانوی سکول کے طلبہ کی سمجھ میں بھی آ جائے: یہ کثیر رقمی (polynomial) الجبرے کا وہ کلیہ ہے جسے میسن۔ سٹوتھر (Mason-Stother) نے دریافت کیا تھا اور اسے نوح سنائی ڈر (Noah Snyder) نے اس وقت ثابت کیا جب وہ 1998ء میں ہائی سکول کا طالب علم تھا[16]۔

دوسری طرف بعض تحقیقات جن کے بارے میں یہ دعویٰ کیا جاتا ہے کہ ان کا اطلاق مشاہداتی دنیا پر ہوتا ہے، چاہے یہ سماجی سیاسی تحقیقات ہوں یا ان کا تعلق طبیعیات، کیمیا، حیاتیات، ماحولیات، ادویات، انجینئرنگ وغیرہ سے ہو، ان کے لیے یہ بنیادی اہمیت کی بات ہے کہ وہ حقائق سے مطابقت رکھتی ہوں۔ بعض دوسرے شعبوں میں حاصل ہونے والی تحقیقات کے متعلق ایسا کوئی دعویٰ نہیں کیا جاتا کیونکہ شاعری اور موسیقی کی طرح ان کا مقصد بذاتِ خود فکری تحریک مہیا کرنا ہوتا ہے۔ ریاضی متذکرہ بالا دونوں شعبوں میں موجود ہوسکتی ہے۔ اس میں کوئی شک نہیں کہ ریاضیاتی ماڈل یہ وضاحت کرنے میں فائدہ مند ہوسکتے ہیں کہ تجربات کی دنیا میں کیا ہورہا ہے۔ تاہم جہاں تک کسی تحقیقی کام کے اس دعویٰ کا تعلق ہے کہ وہ انسانوں یا فوٹون یا الیکٹرون یا وائرس (virus) یا منشیات اور اسی طرح کی دوسری بے شمار اشیاء کے روّیوں کی وضاحت کرسکتا ہے تو ایک شفاف سوچ کا تقاضا یہ ہے کہ ایسی تحقیقات حقیقت، مفروضہ، رائے، ایمان، نظریاتی خاکہ، ماڈل اور زمین میں ایک سوراخ کے درمیان واضح امتیاز برقرار رکھیں۔

اپنی زندگی میں متعدد بار میں ایسے کاموں پر تنقید میں شامل رہا ہوں جن کے متعلق یہ دعویٰ کیا جاتا ہے کہ ان کا تعلق ''سائنس'' سے ہے یعنی مشاہدہ سے اِن کی توثیق ہوچکی ہے، حالانکہ وہ یا تو جھوٹ ہوتے ہیں یا محض کباڑ۔ میری کتاب چیلنجز (Challenges) میں جسے سپرنگر فرلاگ (Springer Verlag) نے 1998ء میں شائع کیا اسی قسم کے واقعات درج کیے گئے ہیں۔ اسی موضوع پر ایک اور کتاب سائنس اور جمہوریت (Scienza e Democrazia) ہے، جسے 2003ء میں لیگوری (Liguori) نے شائع کیا تھا اور میمونے کیپریا (Mamone Capria) اس کے ایڈیٹر تھے۔ اس کتاب کا سارا آخری حصّہ جو کہ 429 سے

16۔ Noah Snyder, An Alternate proof of Mason's theorem, *Elemente der Math.* 55(2000)93-94 on line. ۔میں نے کثیر رقمی الجبرے کی تھیوری (Theory of Ploynomials) پر ایک خود تدریسی انداز کی کتاب لکھی ہے جس کا عنوان ہے "*Polynomials, a beautiful high school topic*" اور اس میں وہ ثبوت پیش کیا گیا ہے۔ یہ کتاب Springer-verlag نے 2004ء میں شائع کی ہے۔ اس کے علاوہ دیکھیئے میری کتاب "*Math Talks for Undergraduates*"، (Springer-Verlag 1999)۔

540 تک کے صفحات پر مشتمل ہے یا تو میرے متعلق ہے یا میری اپنی رائے ہے جس میں میں نے علمی اور سائنسی معیار کو قائم رکھنے کی بات کی ہے۔ میرے مضامین کے اِس مجموعے کا اطالوی ترجمہ ہو چکا ہے، اس لیے ٹری ایسٹے کے باشندوں کو اسے پڑھنے میں کوئی مشکل پیش نہیں آئے گی[17]۔

احساس ذمہ داری سے متعلق سوالات اٹھتے رہتے ہیں۔ مثال کے طور پر، جب ریاضی دان کیلکولس پڑھاتے ہیں یا ماہر حیاتیات ریاضیاتی ماڈلنگ کے استعمال کے متعلق پڑھاتے ہیں تو یہ اساتذہ اپنے طلبہ کو کس حد تک یہ سمجھاتے ہیں کہ وہ ریاضی کی ماڈلنگ کو اس صورت میں سائنس تصور نہ کریں جب اس کی بنیاد تجرباتی اعداد و شمار پر نہ اٹھائی گئی ہو اور یہ تجربات سے ماوراء محض ایک تجویز ہو۔ اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ ایسی تنبیہ کو الفاظ کے روپ میں کیسے ڈھالا جا سکتا ہے؟ کیا کیلکولس اور حیاتیات پڑھاتے ہوئے ایسے مفروضوں کو واضح طور پر بیان نہیں کر دینا چاہئے؟ اس ذمہ داری کو پورا کرنے کے کیا مضمرات ہو سکتے ہیں جب کلاس روم میں یہ نہ بتایا جائے کہ جو ریاضیاتی ماڈل استعمال کیا جا رہا ہے وہ تجربات پر پورا نہیں اترتا۔ مخصوص مضامین کو ریاضی کی نام نہاد ماڈلنگ کے طور پر تجرباتی اعداد و شمار پر پرکھے بغیر کلاس روم میں پیش کرنے کے نتائج کیا ہو سکتے ہیں؟ کیا ہم کیلکولس کی کلاس میں اس طرح کے موضوعات کی بحث شامل کر سکتے ہیں؟ کیا ہم ایسا کرتے ہیں اور کیا ہمیں ایسا کرنا چاہیے؟ اور کیا ہمیں اپنی تنقید کے جواز کے طور پر دستاویزی ثبوت پیش کرنے چاہئیں؟ اگر ہم ایسا کرتے ہیں تو پھر کیا ہو گا؟ اس کی مخالفت کرنے والی سماجی، تعلیمی اور عملی قوتیں تعداد میں بہت زیادہ ہیں اور صاف ظاہر ہے کہ وہ بہت مضبوط ہیں۔

معیار کو برقرار رکھنے کی کاوشوں میں، میں اپنی تحریروں اور عمل میں اکثر فین مین (Feynman) کے کام کا حوالہ دیتا ہوں اگرچہ وہ زیادہ تر تنازعات سے دور ہی رہا (اس نے 1969ء میں نیشنل سائنس اکیڈمی سے استعفیٰ دے دیا تھا) لیکن وہ اپنی زندگی میں کچھ مواقع پر تنازعات میں ملوث ہوا اور اس کے متعلق اُس نے بہت خوب اور کافی اثر انگیز لکھا ہے[18]۔ اس کا مقصد یہ نہیں ہے کہ میں فین مین کو سند کے طور پر پیش کر رہا

17۔ ان میں سے ایک مضمون انگریزی میں میرے مجموعۂ مقالات نمبر 4 (Springer Verlag 2004) میں موجود ہے۔ اسی طرح 1994ء، 1995ء اور 1999ء میں *Yale Scientific* میں میرے شائع شدہ مضامین یہ واضح کیا گیا ہے کہ کچھ ایسی شہادتیں موجود ہیں جو HIV/AIDS کے بارے میں ہماری پرانی سوچ سے مطابقت نہیں رکھتیں۔

18۔ فائن مین (Feynman) کی یہ تین کتابیں ضرور دیکھیں: *(i) Surely you're Joking Mr. Feynman*

(ii) What do you care what other people think

(iii) The character of physical law

آخری کتاب میں دو جھریوں سے روشنی کے گزرنے والے تجربے کو بڑے اچھے طریقے سے بیان کیا گیا ہے، اور تنبیہ کی گئی ہے کہ ایسی احمقانہ باتیں نہ کریں جن کی تصدیق تجربات سے نہ ہوتی ہو۔ وہ یہ بات جذبات کی آمیزش کے بغیر اور ایسے طریقے سے کرتا ہے جس کا اندازہ شروع میں نہیں ہوتا۔

ہوں، جیسا کہ ییل (Yale) یونیورسٹی کے کچھ انڈر گریجویٹ طلبہ نے میرے ایک مضمون میں فین مین کے حوالے کو اسی پیرائے میں لیا تھا جو درست نہیں تھا۔ بہرحال ہمیں فی الواقع فیصلے کرنے ہوتے ہیں کہ ہمارا کس سلسلے میں، کب اور کیسے ملوث ہونا مناسب رہے گا اور اس کا جواب یہ ہے کہ مختلف چیزوں کے متعلق، مختلف اوقات میں، مختلف طریقے سے ہم اضافیت کے عمومی اصول کے تحت ملوث ہو سکتے ہیں۔

حواشی

* **تعارف:** سرگے لینگ (Serge Lang)، 1927ء۔2005ء، فرانسیسی نژاد امریکی ریاضی دان تھے اور جس وقت زیرنظر کتاب شائع ہوئی وہ زندہ تھے۔ وہ نظریۂ اعداد پر اپنے کام اور ریاضی کی نصابی کتب کی تصنیف کی وجہ سے مشہور تھے۔ انھوں نے بہت سے اعزازات اور انعامات حاصل کیے۔

مسائل کا کھل کر سامنا کریں

(Be Open To Problems)

پیٹر ڈی۔ لیکس *

(Peter D. Lax)

کورانٹ یونیورسٹی، نیویارک، امریکا

(Courant University, New York , USA)



© Courtesy of NYU/L. Pelletieri photo

بہت سے ریاضی دان اوائل عمری میں ہی اپنے پسندیدہ مضمون کے سحر میں گرفتار ہو جاتے ہیں اور اس علم کے حصول کا آغاز لڑکپن میں ہی کر دیتے ہیں، جیسا کہ میرے ساتھ اس وقت ہوا جب میں بارہ سال کا تھا۔ غالباً اس کی وجہ ایک تو یہ ہوسکتی ہے کہ ان کا دماغ بنا ہی اس طرح ہوتا ہے کہ منطقی استدلال انہیں پسند آتا ہے۔ اس کے علاوہ یہ بھی ہوسکتا ہے کہ ریاضی کے مسائل کو سمجھنے اور حل کرنے کے لیے کسی وسیع پسِ منظر پر مبنی سوجھ بوجھ کی ضرورت نہ ہو جو صرف دنیاوی تجربات سے حاصل ہوتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ بہت سے ریاضی دان ایسے سوالوں کا جواب دینے سے کتراتے ہیں، جنھیں غیر ریاضیاتی اندازیں پیش کیا گیا ہو۔ یہ میری خوش قسمتی تھی کہ مجھے ریاضی کے مضمون میں زیادہ وسیع نظری حاصل ہو گئی اور میں اس کے لیے اپنے اساتذہ اور زندگی کے چند خوشگوار اتفاقات کا شکر گزار ہوں۔

میں ہنگری میں پیدا ہوا جہاں علم ریاضی کی ایک طویل اور قابل احترام روایت موجود ہے۔ میری حوصلہ افزائی کی گئی اور میرے اساتذہ میں چند نامور ریاضی دان مثلاً پال توران (Paul Turan) ، کونِگ (Konig)، روز پیٹر (Rose Peter) اور بعد میں پال اردوس (Paul Erdos) شامل تھے۔ 1941ء میں، میں اور میرا خاندان نازیوں کے ہاتھوں قتل ہونے سے بچنے کے لیے امریکا بھاگ آئے۔ اس وقت

میری عمر پندرہ سال تھی۔ میں خوش قسمت تھا کہ میں نیویارک میں رچرڈ کورانٹ (Richard Courant) کے گروپ میں شامل ہو گیا۔ میں نے ساری زندگی وہیں گزاری، البتہ کچھ عرصے کے لیے دیگر چند اہم اداروں میں بھی گیا۔ ان میں سے ایک مرتبہ میں نے دوسری جنگِ عظیم کے دوران اور اس کے بعد لاس الماس لیبارٹری (Los Alamos Laboratory) میں کچھ عرصہ کام کیا۔ وہاں فان نیومان (von Neumann) کے زیر اثر میری دلچسپی اس سائنسی شمارکاری (scientific computing) میں ہو گئی جو سائنسی مسائل کو ریاضی کے ذریعہ حل کرنے کا شاہانہ راستہ کہلاتا ہے۔

میں نے بے شمار سائنسی و تحقیقی مسائل پر کام کیا ہے۔ ان میں سے کچھ کا تعلق اطلاقی اور کچھ کا خالص نظریاتی مسائل سے تھا۔ ان میں زیادہ تر کی ابتدا جزوی تفرقی مساواتوں (partial differential equations) کے نظریے سے ہوئی لیکن یہ اکثر مجھے اپنے ماخذ سے دور لے جاتی تھیں۔ درس و تدریس میرے کام کا ایک اہم حصہ تھا۔ جب کوئی بات مجھے اچھی طرح سمجھ آ جاتی تھی تو میری خواہش ہوتی کہ میں دوسروں پر بھی اسے واضح کروں۔ میں نے پچاس سے زائد پی ایچ ڈی کرنے والے طلبہ کی راہنمائی کرنے کے علاوہ خطی الجبرے (linear algerbra) اور تفاعلی تجزیے (functional analysis) پر کتابیں بھی لکھی ہیں۔ ریاضی کے طلبہ کے لیے میرا مشورہ ہے کہ وہ یہ دونوں کتابیں ضرور پڑھیں۔

میں سوچتا ہوں کہ میں اپنے نوعمر ریاضی دانوں کو کیا مشورہ دے سکتا ہوں؟ میرا ان کے لیے یہی مشورہ ہے کہ تحقیق کے دوران جب بھی مسائل پیدا ہوں تو انھیں کھلے دل سے قبول کر کے حل کرنے کی کوشش کریں اور خاص طور پر ریاضی کے ان نئے مظاہر کی تلاش میں رہیں جن کی وضاحت اس وقت کی اشد ضرورت ہے۔

حواشی

* **تعارف:** پیٹر ڈی. لیکس (Peter D. Lax) ، پیدائش 1926ء ، امریکی ریاضی دان ہیں۔ انھوں نے نظریاتی اور اطلاقی ریاضی کے اُن پہلوؤں پر کام کیا جس میں سیال حرکیات (fluid dynamics) شاک لہریں (shock waves) اور سالیٹون کی طبیعیات (soliton physics) شامل ہیں۔ ان کا شمار ان بہترین محققوں میں ہوتا ہے جن کے کام کے بارے میں کثیر تعداد میں حوالے دیئے گئے ہیں۔

کلاں بینی مظاہر کا خرد بینی ماخذ

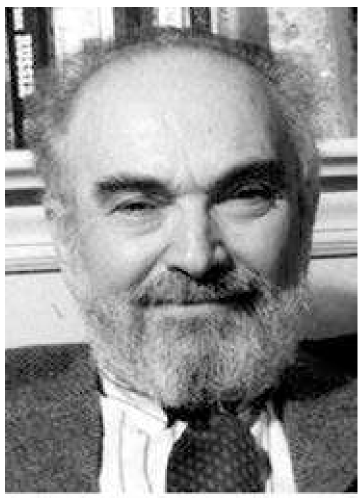
(On the Microscopic Origin of Macroscopic Phenomena)

جوئیل ایل لیبووٹز*

(Joel L. Lebowitz)

شعبہ ریاضی وطبیعیات، رٹگرز یونیورسٹی، نیوجرسی، امریکا

(Departments of Mathematics and Physics, Rutgers University, USA)



© Courtesy of Joel L. Lebowitz

ہم جس دنیا میں پیدا ہوئے ہیں، اس کی خصوصیات کو سمجھنے کی انسانی کوشش کو سائنس کہتے ہیں۔ چیزوں کو سمجھنے کی یہ جستجو ہماری عملی ضرورتوں کے تابع ہونے کے علاوہ ہمارے جبلی تجسس کی مرہونِ منت ہے۔ اس جبلت کا انسانی ارتقاء اور منفعت کے لحاظ سے جو بھی ماخذ ہو، بہرحال یہ محض افادیت پسندی سے کہیں زیادہ اہم صفت ہے۔ ہم دیکھتے ہیں کہ بہت چھوٹے بچے بھی یہ بُنیادی خواہش رکھتے ہیں کہ وہ نئی نئی چیزوں کو تلاش کریں اور ان کا جائزہ لیں۔ جب یہی صلاحیت لیے وہ بالغ ہو جاتے ہیں تو انسان کی اس تخلیقی قوت کا اظہار ہوتا ہے، جس میں نظریاتی اور تجرباتی سائنسی تخلیقات بھی شامل ہیں۔

میرا تعلق نظریاتی طبیعیات دانوں کے طبقہ سے ہے۔ اور میری دلچسپی کا محور یہ معلوم کرنا ہے کہ مادہ کے ایٹم اور سالمے (molecules) جیسے خرد بینی اجزاء کی حرکات سے ان اشیاء کے رویے کا تعین کیونکر کیا جا سکتا ہے جو بہت سے ایٹموں کے مجموعوں پر مشتمل ہیں اور جنھیں ہم دیکھ اور چھو سکتے ہیں، جیسے پانی کا گلاس یا دھات کا ایک ٹکڑا۔ یہ موضوع شماریاتی میکانیات (statistical mechanics) کا حصہ ہے، جو ہمیں ایک ایسا ریاضیاتی ڈھانچا فراہم کرتی ہے، جس سے یہ پتا چلتا ہے کہ ایک کثیر التعداد چھوٹے پیمانے کے متعامل اجزاء اپنی بے سمت اور بے ترتیب حرکات سے کیسے بڑے درجے پر ایک منظّم ڈھانچہ یا طرزِ عمل پیدا کر دیتے ہیں۔

خوش قسمتی سے کلاں بینی مظاہر (macroscopic phenomena) سے متعلق بہت سے پہلو، جیسے پانی کا اُبلنا اور جم کر برف بن جانا، ایٹموں کی ماہیت اور باہمی تعامل کے سادہ سے ماڈلوں سے اخذ کیے جاسکتے ہیں۔ہم اکثر ابتدائی سمجھ کے لیے فائن مین[(i)] (Feynman) کی اس نقشہ کشی کا استعمال کرتے ہیں، جس کے مطابق ایٹم وہ ''ننھے ذرات ہیں جو ہمہ وقت ادھر ادھر حرکت کرتے رہتے ہیں اور جب ایک دوسرے سے تھوڑے فاصلے پر ہوتے ہیں تو اُن میں باہمی کشش ہوتی ہے، مگر جب بہت قریب آ جائیں تو ایک دوسرے کو دور دھکیلتے ہیں''۔ (یہ بات بڑی حیرت انگیز ہے کہ اس سادہ تصویر کشی کے ذریعہ ایسی پیش گوئیاں کی جاسکتی ہیں جو کہ نہ صرف مجموعی طور پر صحیح ہوں بلکہ مقداری طور پر انتہائی درست ہوں۔ وجہ حیرانی یہ ہے کہ ایٹم کا ڈھانچہ کوانٹم میکانیات کے اصولوں کے مطابق ترتیب پاتا ہے جو کہ فائن مین کی سادہ کلاسیکی تصویر کے نسبت زیادہ پیچیدہ ہے)۔

شماریاتی میکانیات اس بات کو واضح کرتی ہے کہ آنکھ سے دکھائی دینے والے مظاہر کیسے اِن ننھے ذروں کے تعاونی رویے کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔ان میں سے کچھ مظاہر تو محض بہت سارے ایٹموں کے ایک جیسے عمل سے پیدا ہوتے ہیں۔مثال کے طور پر اگر ایک گیس کو کسی برتن میں رکھیں تو اس کی دیواروں پر گیس کا دباؤ دراصل اس گیس کے کثیر تعداد میں سالموں کے مسلسل دیواروں سے ٹکراؤ کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔تاہم کچھ دوسرے مظاہر ایسے ہیں جو ناگہانی رویہ (emergent behaviour) کی مثال پیش کرتے ہیں، جن کا مماثل انفرادی ایٹموں کی حرکت میں موجود نہیں ہوتا۔ایسے ناگہانی مظاہر کی خاص طور پر مسحور کن مثالیں یہ ہیں: (1) توازن کی طرف غیر رجعی (irreversible) پیش رفت ، (2) توازن کی حالت میں تبدیلی وضع (phase transition)۔ یہ دونوں مظاہر اگر اتنے زیادہ معروف نہ ہوتے تو انہیں بہت حیران کن سمجھا جاتا۔میری تحقیق کا محور انہیں مشاہدات کا خرد بینی تجزیہ ہے۔آیئے میں ان کا خاکہ بہت مختصر طور پر پیش کروں۔

غیر رجعیت (irrevisibility) کا مسئلہ اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے۔دنیا میں ہونے والے بہت سے عوامل جن کا ہم مشاہدہ کرسکتے ہیں وہ یک سمتی (uni-direction) ہوتے ہیں یعنی وقت کے اعتبار سے غیر متشاکل (asymmetrical)۔ان کے لیے وقت کا تیر صرف ایک سمت کا اشارہ کر رہا ہوتا ہے۔مثلاً پکی ہوئی سبزیاں کبھی کچی سبزیوں میں تبدیل نہیں کی جاسکتیں اور ٹوٹ کر بکھرا ہوا انڈا کبھی دوبارہ اصلی حالت میں نہیں آسکتا۔تاہم ہمارے مشاہدہ میں آنے والے ان واضح حقائق کو طبیعیات کے بنیادی قوانین کی مدد سے سمجھنا خصوصی طور پر مشکل کام ہے۔نیوٹن کے قوانین، کوانٹم میکانیات، برقی مقناطیسیت، آئن سٹائن کا نظریۂ ثقل

وغیرہ وغیرہ، سب ہی ماضی اور مستقبل کے درمیان تفریق نہیں کرتے۔ یہ سب وقت کے اعتبار سے متشاکل (symmetric) اور مکمل طور پر رجعی (reversible) ہیں۔صرف ایسے ثانوی قوانین، جو کثیر تعداد میں ایٹموں پر مشتمل اجسام کے طرزِ عمل کی وضاحت کرتے ہیں وہ نمایاں طور پر وقت کی غیر متشاکل کیفیت پر مبنی ہوتے ہیں۔

اس کی ایک نمایاں مثال حرحرکیات (thermodynamics) کا دوسرا قانون ہے جسکے مطابق کوئی بھی تنہا کلاں بینی نظام (isolated macoroscopic system) ہمیشہ وقت کے لحاظ سے یک سمتی طور پر توازن کی طرف بڑھتا رہتا ہے۔ یہ وہ حالت ہے جہاں پہنچ کر نا کارگی (entropy) اپنی اعلیٰ ترین سطح پر پہنچ جاتی ہے (کسی کلاں بینی نظام کی نا کارگی اس کی خرد بینی حالتوں کی تعداد کو ظاہر کرتی ہے جو کہ اس نظام کے اندر ایک خاص توانائی اور درجہ حرارت پر پیدا ہو چکی ہوتی ہیں۔ چنانچہ اسے ایسے بھی سمجھا جا سکتا ہے کہ اس نظام میں کس حد تک بے ترتیبی موجود ہے)۔ کلاں بینی اشیاء کا وقت کے اعتبار سے غیر متاشکل (time-asymmetric) طرزِ عمل کیوں اور کیسے ان خرد بینی حرکیات سے پیدا ہوتا ہے جو کہ مکمل طور پر وقت کے پیمانے میں رجعی رویہ رکھتی ہیں، اس کی توضیح اصولی طور پر اس طرح کی جا سکتی ہے کہ کائنات کا آغاز ایک بہت کم نا کارگی کی حالت میں ہوا تھا۔ اس وقت غور طلب مسئلہ یہ ہے کہ کون سی مساواتیں (equations) اور ان کے کون سے حل ایسے ہیں جو عددی طور پر ان شواہد کی وضاحت کر سکیں۔

ناگہانی مظاہر کی دوسری مثال جس پر شماریاتی میکانیات میں خوب تحقیق کی گئی ہے، وہ حالت توازن میں کسی نظام کی وضع (phase) تبدیل ہونے سے ہے جیسے کہ پانی کا ابلنا یا جم جانا۔ یہاں کلاں بینی نظام کی ساخت اور رویہ میں ڈرامائی تبدیلیاں معمولی سے دباؤ یا درجۂ حرارت کی تبدیلی کی وجہ سے پیدا ہوتی ہیں، جبکہ اس نظام کے انفرادی ایٹموں اور سالموں کی ساخت پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔ مثال کے طور پر ایک کلو گرام وزن کے پانی کے سالموں کا حجم 5^o سے لے کر 95^o سینٹی گریڈ تک بہت کم تبدیل ہوتا ہے لیکن اس حجم میں بہت بڑے پیمانے کی تبدیلی اس وقت آتی ہے جب درجہ حرارت 99.9999^o سینٹی گریڈ سے تبدیل ہو کر 100.0001^o سینٹی گریڈ ہو جائے۔ اس سے بھی زیادہ ڈرامائی عمل اس وقت رونما ہوتا ہے جب تقریباً صفر ڈگری سینٹی گریڈ پر پانی جمنے لگتا ہے۔ اس حالت میں چند خصوصیات ''لامحدود'' پیمانے پر تبدیل ہو جاتی ہیں جیسا کہ پانی کی سیالیت (fluidity)۔ مزید تفصیل کے لئے ملاحظہ فرمایئے میری مندرجہ ذیل ویب سائٹ (website) میں دی گئی مطبوعات نمبر 370 , 383 اور 434۔

http://www.math.rutgers.edu/~lebowitz

برائے مہربانی میری ویب سائٹ کے اس صفحہ پر بھی نظر ڈالیے جس میں انسانی حقوق کا ذکر ہے۔ میرا ایمان ہے کہ اس ضمن میں سائنسدانوں پر خصوصی ذمہ داری عائد ہوتی ہے۔ سائنسی اندازِ فکر کی وجہ سے انسانوں کے درمیان وہ اختلافات جو قومیت، نسل، مذہبی اعتقادات اور جنس کی وجہ سے ہوتے ہیں انتہائی معمولی حثیت اختیار کر جاتے ہیں جبکہ وہ چیزیں جو سب انسانوں میں مشترک ہیں، جیسا کہ کائنات کے بہت سے پہلوؤں کو سمجھنے کی صلاحیت، وہ خاص مقام اور اہمیت حاصل کر لیتی ہیں۔ چنانچہ سائنسی طرزِ فکر کو استعمال کرتے ہوئے سائنسدانوں کو ایک پائیدار اور انصاف پر مبنی دنیا کے لیے سخت محنت کرنی چاہیے۔

حواشی

***تعارف: جوئیل۔ایل۔لیبو وٹز**(Joel L. Lebowitz) پیدائش1930ء بمقام تاچیوا(Taceva) (اُس وقت چیکوسلاو یکیا اور حال یوکرائن) ایک امریکی ریاضیاتی طبیعیات کے ماہر ہیں۔انہوں نے شماریاتی میکانیات میں قابلِ قدر خدمات انجام دیں اور بہت سے انعامات حاصل کیے۔ وہ1977ء سے رٹگرز یونیورسٹی سے وابستہ ہیں۔1975ء میں انہوں نے سائنسی رسالہ برائے شماریاتی طبیعیات(Journal of Statistical Physics) جاری کیا۔

(i)۔فائن مین(Feynman) دیکھئے صفحہ نمبر86۔

سائنسدان مہم جُو سیاحوں کی طرح ہوتے ہیں

(Scientists are Like Explorers)

لیون ایم۔ لیڈرمین *

(Leon M. Lederman)

فرمی نیشنل ایکسلیریٹر لیبارٹری،امریکا

(Fermi National Accelerator Laboratory, USA)



© Courtesy of Ron Sherman

جہاں تک مجھے یاد پڑتا ہے، سائنس میں میری دلچسپی سائنسدانوں کے حالات زندگی پڑھنے سے پیدا ہوئی تھی۔ اس زمانے میں نوجوانوں کے لیے بہت اچھی کتابیں لکھی جاتی تھیں۔ میری عمر جب دس سال کی تھی تو میں نے ماہرین حیاتیات کے بارے میں ایک کتاب ''جرثوموں کے شکاری'' (Microbe Hunters) پڑھی تھی۔ اس میں یہ کہانی بتائی گئی تھی کہ سائنسدانوں نے کیسے اُن گتھیوں کو سلجھایا جس کے ذریعہ پتہ چلا کہ بیماریاں جراثیموں سے پھیلتی ہیں۔ یہ بات مجھے آج بھی اچھی طرح یاد ہے کہ اس کتاب میں کسی بیماری کا ذکر تھا جس کی وجہ کسی کو سمجھ میں نہیں آ رہی تھی۔ چنانچہ سائنسدان بڑی احتیاط کے ساتھ کام کرتے رہے اور سوچ بچار کرتے ہوئے آخر وہ اس قابل ہو گئے کہ اِس بیماری کا تعلق اُس قاتل جراثیم سے جوڑ سکیں جو خردبین کے ذریعہ دیکھا جا سکتا تھا۔

اس کہانی کو مزید پر اثر بنانے کے لیے بتایا گیا تھا کہ اس ناہنجار جراثیم کی شناخت کے بعد بیماروں کا ایسا علاج ممکن ہوا جس سے بہت ساری جانیں بچائی جا سکی ہیں۔ میرے خیال میں یہ بیس بال (baseball) کا کھلاڑی بننے سے زیادہ بہتر کام تھا۔ اسی زمانے میں، میں نے ایک اور کتاب پڑھی جو البرٹ آئن سٹائن (Albert Einstein) کی لکھی ہوئی تھی۔ اس کتاب میں سائنسی تحقیق کا ایک جاسوسی کہانی سے موازنہ کیا گیا تھا۔ کہانی یوں تھی کہ کسی کو قتل کر دیا گیا ہے، اور موقع واردات پر بہت سے سراغ موجود ہیں۔ مثلاً خون سے لت پت ایک چاقو ہے۔ بھونکتا ہوا کتا ہے، اور ایسے ہی کئی دوسرے شواہد ہیں جن کا بظاہر

ایک دوسرے سے کوئی تعلق نہیں ہے۔لیکن ہمارا سراغ رساں (سائنسدان)، ان تمام چیزوں کو بڑی احتیاط کے ساتھ لکھ لیتا ہے اور جب آخر میں قتل کا معمہ حل ہوتا ہے تو تمام سراغ اور شواہد اپنی اپنی جگہ جڑتے چلے جاتے ہیں اور ہر بات واضح ہو جاتی ہے۔ بالکل ایک جگسا (jigsaw) معمے کی طرح جس میں چھوٹے چھوٹے منتشر اجزا کو قرینے سے جوڑ کر ایک مکمل تصویر بنالی جاتی ہے۔

بعد میں جب میں ہائی سکول میں تھا تو مجھے پتا چلا کہ سائنس میں ایک اور نا قابل یقین اور حیران کن خوبی ہے کہ سائنس صرف دنیا سے متعلق مسائل ہی حل نہیں کر سکتی بلکہ بہت سے انفرادی چھوٹے مسائل کے حل مل کر انسانوں کو یہ موقع فراہم کرتے ہیں کہ وہ دنیا کے مجموعی نظام کو سمجھ سکیں۔ مثلاً دن اور رات کیسے آتے ہیں اور ہمارا نظام شمسی کیسے کام کرتا ہے۔ (جب مجھے یہ بتایا گیا کہ میں ایک ایسے سیارے پر کھڑا ہوں جو مجھے ایک ہزار پانچ سو کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے گھما رہا ہے، تو میری یہ خواہش ہوئی کہ میں فوری طور پر کسی مضبوط چیز کا سہارا لے لوں)۔

ماہرین فلکیات اور طبیعیات دان حقیقی معنوں میں اس وقت ستاروں کو سمجھ سکے جب انھوں نے جان لیا کہ ہر ایک ستارہ بذات خود ایک سورج ہے اور اس کے اپنے سیارے ہیں اور یہ کس طرح ایک نا قابل یقین حد تک وسیع جھرمٹ سے منسلک ہیں جس میں کروڑوں سورج موجود ہیں۔ دوسرے سائنسدانوں نے بہت بڑی بڑی اور طاقتور خردبینوں سے ایٹم کے اندر گہرائی تک دیکھا ہے اور بالکل ان ماہرین حیاتیات کی طرح جنھوں نے بہت پہلے جراثیم (bacteria) کا مطالعہ کیا تھا، انہوں نے بھی حقیقی معنوں میں یہ سمجھنا شروع کیا، کہ مادہ اور توانائی کیسے عمل کرتے ہیں۔

مجھے احساس ہوا کہ سائنسدانوں کے اس گروہ کا حصہ بننا جو دنیا کو سمجھنے کی کوشش میں ایک سینٹی میٹر کے ایک ارب حصوں میں سے ایک حصے کے برابر سائز والے اجسام سے لے کر بیرونی فضا میں دس ارب نوری سالوں[i] کے فاصلے تک موجود اشیاء کے متعلق معلومات حاصل کر رہے ہیں، ایک ایسی ولولہ انگیز زندگی ہے کہ جس کا صرف تصور ہی کیا جا سکتا ہے۔ میں نے جانا کہ سائنسدان بھی کرسٹوفر کولمبس یا واسکوڈی گاما کی طرح مہم جُو سیّاح ہوتے ہیں۔ اُس زمانے میں سمندر اور افریقہ اور امریکا کے براعظم نامعلوم اور سربستہ راز تھے۔ آج ہمارے اپنے جسم، ہمارے اپنے ذہن اور سرما کی رات میں نظر آنے والے ستارے اور کہکشائیں پوشیدہ راز ہیں۔ آج ہمارے سامنے بے شمار معمیں ہیں، ہم جاننا چاہتے ہیں کہ کہکشائیں کیسے بنیں اور وہ تاریک توانائی (dark energy)[ii] کیا ہے جو پوری کائنات کو دھکیل رہی ہے؟ ہمارا ذہن کیسے کام کرتا ہے؟ ابھی بہت کچھ معلوم کرنا باقی ہے۔ یہ سب معلوم کرنے کے لیے سائنسدانوں کو معاوضہ بھی دیا جاتا ہے!

حواشی

*تعارف: لیون ایم۔ لیڈر مین (Leon M. Lederman)، پیدائش 1922ء، ایک امریکی ماہر طبیعیات ہیں۔ نیوٹرینوز (Neutrions) کے بارے میں تحقیق پر 1988ء میں ان کو نوبل انعام دیا گیا، جو کہ میلون شوارٹز (Melvin Schwartz) اور جیک سٹائن برگر (Jack Steinberger) کے ساتھ مشترکہ تھا۔ وہ فرمی لیب (Fermilab) کے ڈائریکٹر ایمریٹس ہیں۔

(i)۔نوری سال (lightyear) فاصلے کا پیمانہ ہے۔ یہ وہ فاصلہ ہے جو روشنی اپنی مستقل رفتار ($3x10^8$ میٹر فی سیکنڈ) سے چلتے ہوئے ایک سال میں طے کرتی ہے۔

(ii)۔تاریک توانائی (dark energy) دیکھیے صفحہ نمبر 66۔

طبیعیات کا مطلب ہے نظریہ کا تجربے سے موازنہ کرنا

(Physics Means Confronting Theory with Experiment)

انتھونی جے۔ لیگٹ*

(Anthony J. Leggett)

الینائے یونیورسٹی، اربانا۔شیمپین، امریکا

(University of Illinois at Urbana-Champaign, USA)



© Courtesy of Anthony J. Leggett

طبیعیات کو بالآخر اپنا پیشہ بنانے کی ابتدا میرے لیے انتہائی غیر روایتی انداز میں ہوئی۔ دراصل برطانیہ میں اپنی ہائی سکول تعلیم کے دوران میں نے یونانی اور لاطینی جیسی قدیم زبانوں اور ادب میں تو خصوصی مہارت حاصل کی تھی مگر سائنس کا کوئی کورس نہیں پڑھا تھا۔ تاہم جب مجھے کلاسیکی زبانوں اور ادب میں تعلیم حاصل کرنے کے لیے آکسفورڈ یونیورسٹی میں وظیفہ مل گیا تو سکول میں آخری سال کے دوران میرے پاس تین تین ماہ کے دو ٹرائی میسٹرز (trimesters) [i] میں کرنے کو کوئی خاص کام نہ تھا۔ اسی عرصے میں ایک دن سکول کے برآمدے میں ایک ریٹائرڈ پادری سے میری ملاقات ہوگئی جو اسی کیمپس میں ہی رہتا تھا اور کبھی کسی یونیورسٹی میں ریاضی کا پروفیسر ہوتا تھا۔ ہم دونوں کے پاس فارغ وقت تھا اور اس نے یہ پیشکش کی کہ وہ ہفتے میں دو گھنٹے رضا کارانہ طور پر مجھے جدید ریاضی پڑھائے گا۔ اگرچہ اس وقت میرے وہم و گمان میں بھی نہیں تھا کہ مجھے کبھی ریاضی کی اس تعلیم کی ضرورت بھی پیش آئے گی، مگر مجھے حیرت اس بات پر ہوئی کہ اس نے مجھے حل کرنے کو جو سوال دیئے، انھیں میں نے نہ صرف بڑی آسانی کے ساتھ حل کرلیا بلکہ مجھے اس کام میں لطف بھی آیا۔ پس نظری میں ریاضی کا یہ پہلا تجربہ ہی شاید میرے حتمی پیشے کے لیے ایک فیصلہ کن موڑ ثابت ہوا۔

آکسفورڈ میں، میں نے جو کورس منتخب کیا وہ چار سال کا تھا۔ اس میں پہلے پانچ ٹرائی میسٹروں میں تو کلاسیکی زبانیں اور ادب پڑھایا جاتا تھا پھر آخری سات ٹرائی میسٹروں میں قدیم یونانی اور رومی تاریخ اور

فلسفہ پڑھایا جاتا تھااوران کے لیے یکساں وقت دیا جاتا تھا۔فلسفے کا کورس جوزیادہ تر جدید فلسفے پر مشتمل تھا مجھے بہت اچھالگااوراس میں میں نے اچھے نمبر حاصل کیے۔اس کے ساتھ ساتھ قدیم تاریخ پر بھی میری گرفت اچھی تھی۔ چنانچہ میرے لیےایک واضح لائحہ عمل یہ تھا کہ میں فلسفے میں ڈاکٹریٹ کروں اوراسی مضمون میں تدریسی عملے کا رکن بن جاؤں۔تاہم تیسرے تعلیمی سال کے اختتام کے قریب میں نے اِس امکان پر غور شروع کیا تو مجھے کسی طرح یہ احساس ہوگیا کہ میں زندگی میں جو کچھ کرنا چاہتا ہوں وہ یہ نہیں ہے۔دوسری طرف ایک تدریسی پیشےکواختیار کرنا تخیلات میں بڑا پُرکشش تھا۔چنانچہ میں نے یہ جاننے کی کوشش شروع کردی کہ میرا دل فلسفے سے کیوں اچاٹ ہوگیا ہے۔اس پہلو پرغوروفکر کا جواب بالآخر مجھے یہ ملا کہ کم ازکم آکسفورڈ میں بطور مضمون فلسفہ کی جو تفہیم عام ہے بظاہراس میں فلسفہ کے کسی کام کواچھایابُرا قرار دیا جاناایک فیشن سے زیادہ کوئی حقیقت نہیں رکھتا اوراس میں لفاظی کا بڑا عمل دخل تھا۔اچھے اور بُرے کام کا کوئی معروضی معیار نہیں تھا، بلکہ اس چیز کا تعین بھی نہیں ہوسکتا تھا کہ مذکورہ شخص جو کہہ رہا ہے وہ بامقصد اور معقول بھی ہے یا نہیں۔پھر مجھے احساس ہوا کہ میری خواہش تو صرف کسی ایسے اصول کو پانے اوراپنانے کی تھی جو منطقی اور حقیقی اعتبار سے کسی کام کے درست یا غلط ہونے کے متعلق فیصلہ صادر کرسکے۔میں نے تھوڑی دیر کے لیے خالص ریاضی (pure mathematics) کو اپنانے پر بھی غور کیا،لیکن اس کواس لیے مسترد کردیا کہ اس مضمون کی خاصیت یہ ہے کہ اس میں غلط ہونے کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ آپ احمق ہیں اور میں کسی ایسے امکان کا متلاشی تھا، جہاں آپ غلط بھی ہوجائیں مگر احمق نہ ٹھہرائے جائیں۔یہ صفت صرف طبیعیات میں ممکن تھی۔چنانچہ میں نے طبیعیات میں دوسری انڈرگریجویٹ ڈگری کے لیے درخواست دے دی جو کچھ پس وپیش کے بعد منظور کرلی گئی اور یوں میرے نئے پیشے کا آغاز ہوا۔

میرے خیال میں میرے اس فیصلے نے مجھے مایوس نہیں کیا۔پچھلے چالیس برسوں میں، میں طبیعیات کے مختلف شعبوں میں بہت سی غیر معمولی قیاس آرائیاں کرنے میں کامیاب رہا ہوں۔ان میں کچھ غلط بھی ثابت ہوئیں مگر وہ احمقانہ نہیں تھیں۔(یہ وہی ہیں جن کے بارے میں آپ نے سنا بھی نہیں ہوگا)۔جبکہ کچھ ایسی تھیں جنھیں تجربات نے ثابت کردیا کہ وہ درست ہیں اورانھیں صحیح خطوط پر مرتب کیا گیا ہے۔ان میں سے ایک کونوبل انعام کے لائق سمجھا گیا۔صحیح ہو یا غلط اصل بات میرے نظریاتی تصورات اور حقیقی دنیا کے تجربات کے درمیان موازنہ ہے جس سے مجھے لامحدود مسرت خوشی ملتی ہے اورجس نے مجھے طبیعیات میں آگے بڑھتے رہنے کا شوق دیا ہے۔مجھے فلسفہ کی بجائے طبیعیات کواختیار کرنے پر کبھی افسوس نہیں ہوا۔

حواشی

* **تعارف:** انتھونی جے۔ لیگٹ (Anthony J. Leggett)، پیدائش 1938ء، کم درجۂ حرارت کے نظریے کی طبیعیات اور سپر سیال (Super fluid) مادہ پر اپنے کام کے حوالے سے پہچانے جاتے ہیں اور اسی پر انھیں 2003ء میں نوبل انعام ملا تھا۔

(i)۔ برطانیہ میں ایک تعلیمی سال میں تین ٹرائی میسٹر ہوتے ہیں۔ ہر ٹرائی میسٹر تقریباً تین ماہ دورانیے کا ہوتا ہے۔

ذمہ داری کی روش اپنائیں

(Walk with Responsibility)

ژاں۔ ماغی پی۔ لہن*
(Jean. Marie P. Lehn)
لیبارٹری آف سُپر امالیکیولر کیمسٹری، سٹراسبرگ، فرانس
(Laboratore de chimie Supramoleculaire,Strasbourg ,France)



© ICTP Photo Archives

سائنس مستقبل کی نسلوں کے لیے انتہائی ولولہ انگیز منظر نامہ پیش کرتی ہے۔ یہ کائنات کے بارے میں ہماری سمجھ بوجھ کو یقینی طور پر بہتر سے بہتر بنانے کی ضامن ہے۔ یہ کیمیائی سائنسز کی اس تخلیقی صلاحیت کو توانا تر بنانے کی ضامن بھی ہے جو عالمِ جمادات و حیات کی ساخت اور ان میں ہونے والی تبدیلیوں سے متعلق ہے۔ سائنس مختلف امراض، ضعیف العمری کے مسائل، یہاں تک کہ نوع انسانی کے ارتقاء کے عمل کو کنٹرول کرنے کی صلاحیت کو اور انسانی دماغ کے طریقِ کار، خیالات کے اصل ماخذ، اور شعور کی حقیقت کے بارے میں ہمارے فہم و ادراک کو مستقل پروان چڑھانے کی ضمانت بھی دیتی ہے۔

پہلے میں کیمیا(chemistry) کے میدان میں اپنی سرگرمیوں کے متعلق مختصراً کچھ کہنا چاہوں گا، کہ اس میں ایسا کیا ہے جو مجھے پُرکشش معلوم ہوتا ہے۔ کیمیائی سائنس قدرتی سائنسز میں اور علم کی دنیا میں اپنے اہم مقام کے باعث اور اس کے ساتھ ہی اپنی اقتصادی اہمیت، اور ہماری روزمرہ کی زندگی کا ایک اہم نمایاں حصہ ہونے کی وجہ سے بلا شبہ ایک مرکزی کردار ادا کرتی ہے۔ تاہم اس کی ہر جگہ موجودگی کے باعث اسے فراموش کر دینے اور زیادہ وقعت نہ دینے کا رجحان بھی عام ہے۔ اگر چہ یہ اپنی تشہیر نہیں کرتی لیکن اس کے بغیر وہ کامیابیاں جنھیں ہم ڈرامائی حد تک شاندار قرار دیتے ہیں، کبھی بھی ظہور پذیر نہ ہو پاتیں: مثال کے طور پر علاج معالجہ کے میدان میں حاصل کی جانے والی کامیابیاں، خلائی تحقیقات میں انجام دیئے جانے والے کارنامے، اور ٹیکنالوجی کی کرشمہ سازیاں اور ایسے بہت سے دوسرے کارہائے نمایاں۔

علم کیمیا بہت سی انسانی ضروریات کو پورا کرنے میں مدد ومعاون ہے۔ان میں غذا کی ضروریات، ادویات، لباس ، مکان، توانائی اور خام مال کی ضروریات کے علاوہ ذرائع آمدورفت اور مواصلات کی ضروریات شامل ہیں۔طبیعیات،صنعت،حیاتیات،طب اور سائنس اور ٹیکنالوجی کے لیے بھی کیمیا ضروری مواداورلوازمات فراہم کرتی ہے۔

حیاتیاتی سالموں کی تلاش کے علاوہ کیمیا ایسی غیر قدرتی انواع (non-natural species) بھی تلاش کرتی ہے جومطلوبہ کیمیائی یاطبیعیاتی خصوصیات کی حامل ہوں۔وہ نقطہ جہاں کیمیا، حیاتیات اور طبیعیات باہم آ ملتی ہیں، اس مقام تک پہنچ کر ایک کیمیا دان کے لئے تحقیقی سوچ کے دروازے پوری طرح کھل جاتے ہیں۔

ایک فنکار کی طرح کیمیادان اپنے تخلیقی خیالات کے ماحصل کو مادے میں کندہ(Engrave) کر دیتا ہے۔ پتھروں، آوازوں اور لفظوں میں وہ تخلیق موجود نہیں ہوتی جس کا اطلاق ایک مجسمہ ساز،موسیقار اور مصنف ان پر کرتا ہے۔اسی طرح کیمیا دان قدرت کے فراہم کردہ عناصر سے منفرد سالمے، نئے مادے اور انوکھی خاصیتیں پیدا کرتا ہے۔

کیمیا کا جوہر صرف دریافت کرنے میں ہی نہیں، بلکہ ایجاد کرنے اور اس سے بھی بڑھ کر تخلیق کرنے میں ہے۔کیمیا کی کتاب صرف پڑھنے کے لیے ہی نہیں بلکہ لکھنے کے لیے بھی ہوتی ہے۔کیمیا کی دھنیں صرف بجانے کے لیے نہیں بلکہ ترتیب دیے جانے(compose) کے لیے بھی ہوتی ہیں۔

علم میں عام اضافے اور تکنیکی ترقی سے بھی بڑھ کر معاشرے پر سائنس کی اہم ترین چھاپ وہ روح ہے جو اِس دنیا،زندگی اور معاشرے کو سائنسی اور منطقی لحاظ سے جانچنے کے لیے بیدار کرتی ہے۔بنی نوع انسان ازل سے جابرانہ نظریات، کٹر مذہبی عقائد، بے لچک روایات،جنگوں اور جارحیت کے خطرے میں گھرا رہا ہے۔سائنسی طرزِعمل اپنے بین الاقوامی بلکہ بالاازاقوام جذبے سے ایک ایسا راستہ دکھاتا ہے جس کی نہ کوئی سرحدیں ہیں اور نہ طبقات۔

ہمارے سکولوں، کالجوں اور یونیورسٹیوں کے ساتھ ساتھ عوام الناس میں سائنس کی تعلیم کو خصوصی ترجیح دینا چاہیے تاکہ:

- آنے والے کل کے محققین،موجدوں اور تخلیق کرنے والوں کی تربیت ہوسکے۔
- غیر منطقی خوف اور ٹھکرائے جانے کا ڈر دور کیا جاسکے۔
- پوشیدہ، مبہم اور خلافِ عقل باتوں کا مقابلہ کرنے کے لیے سائنسی جذبہ اور سائنسی

طرزِ عمل پیدا ہو سکے۔

اس وقت ایک مسلسل اور بڑھتا ہوا مسئلہ شمال اور جنوب[i] کے مابین نا قابل قبول عدم توازن ہے۔ یہ ترقی یافتہ ممالک کی ذمہ داری ہے کہ اس صورت حال کا حل پیش کریں۔ سائنسی ترقی بہر حال از بس ضروری ہے۔ یہ امید کی جاسکتی ہے کہ ترقی یافتہ ممالک میں تحقیق کے ذریعے ادویات اور جدید ٹیکنالوجی میں جو پیش رفت ہو رہی ہے، اس کے نتیجے میں کم ترقی یافتہ ممالک کو بیماریوں کا مقابلہ کرنے اور کسی حد تک پائیدار ترقی کے ذرائع دستیاب ہو جائیں گے۔

ایک انتہائی نازک مسئلے کا تعلق اخلاقیات اور معاشرے کے حوالے سے سائنسدانوں کے رویے سے ہے۔ یہ میری پختہ رائے ہے کہ سچ کو بیان کرنے کی اولین ذمہ داری سائنسدان کی ہی بنتی ہے۔ چونکہ اخلاقیات کا تعلق اضافی (relative) نظریات سے ہوتا ہے، لہٰذا ان پر مبنی جائزے وقت، جگہ اور علمی ترقی کے ساتھ ساتھ بدلتے رہتے ہیں۔ مگر علم اور سچ کی تلاش کو فطرت، حیات اور دنیا کے متعلق موجودہ تصورات سے بالاتر ہونا چاہیے کیونکہ ہماری آج کے دور کی بصیرت لازماً محدود ہی ہو سکتی ہے اور ہمیں مستقبل کی روشن وسعتوں کو تاریک کرنے کا کوئی حق نہیں۔

سائنس کے مستقبل اور ہمارے مستقبل کے لیے فنکار اور سائنسدان لیو نارڈو ڈاونچی[ii] (Leonardo da Vinci) پہلے ہی انتہائی موزوں الفاظ میں یہ تحریر کر چکا ہے کہ: ''فطرت جہاں اپنی انواع (species) کی تخلیق روک دیتی ہے، وہاں سے انسان ابتداء کرتا ہے۔ وہ قدرتی اشیاء کو استعمال میں لا کر فطرت کے ساتھ ہم آہنگی قائم رکھتے ہوئے لامحدود انواع کی تخلیق کرتا ہے''۔

سائنس اور بنی نوع انسان کا مستقبل آنے والی نسلوں کے ہاتھ میں ہے۔ ہوسکتا ہے کہ وہ یہ چیلنج قبول کرلیں، پرومیتھیس[iii] (Prometheus) آگ کو فتح کر چکا ہے اور ہم اسے لوٹا نہیں سکتے۔ ہمیں آگے بڑھنا ہے، جوش و جذبہ کے ساتھ، پختہ ارادے اور بھرپور احساس ذمہ داری کے ساتھ، اُس راستے پر جو علم کے شجر سے شروع ہو کر اپنی تقدیر پر اختیار تک لے جاتا ہے۔

حواشی

* **تعارف:** ژاں۔ ماغی پی لہن (Jean- Marie P. Lehn)، پیدائش 1939ء، فرانسیسی کیمیا دان ہیں اور انھیں کیمیا میں ڈونلڈ کرام (Donald Cram) اور چارلس پیڈرسن (Charles Pederson) کے ساتھ 1987ء میں نوبل انعام ملا تھا۔ ان کے تخلیق کردہ سالموں کی بنیاد پر ماوراسالماتی کیمیا (Supramolecular chemistry) کا نیا تحقیقی میدان معرضِ وجود میں آیا۔ ان کے گروپ نے کیمیا پر اب تک نو سو کے لگ بھگ تحقیقی مضامین لکھے ہیں۔

(i) اقتصادی وسماجی ترقی کے لحاظ سے دنیا کی تقسیم جس میں ترقی یافتہ ممالک 'شمال' کہلاتے ہیں اور ترقی پذیر ممالک کو 'جنوب' کہا جاتا ہے۔

(ii)۔ لیونارڈو ڈاونچی (Leonardo da Vinci)، 1452ء-1519ء، اطالوی نژاد، مجسمہ ساز، ماہر تعمیرات، موسیقار، سائنسدان، ریاضی دان، موجد اور مصنف تھا۔ جسے اطالوی نشاۃ ثانیہ (Renaissance) کی ابتدا کرنے والا بھی کہا جاتا ہے۔ اس کی ایک عالمگیر پہچان اس کی مصوری کا شاہکار ''مونالیزا'' ہے۔

(iii)۔ پرومیتھیس (Prometheus) یونان کی دیومالا کا ایک کردار، جو دیوتا اٹلس (Atlas) کا بھائی تھا۔ اس نے زیوس (Zeus) سے، جو تمام دیوتاؤں کا جدامجد مانا جاتا تھا، آگ چُرا کر انسانوں کو لا کر دی تھی۔

میں سائنس کی طرف کیسے راغب ہوئی

(What Drew me to Science)

یوحینا ایم۔ایچ۔ لیویلٹ سینگرز

(Johanna M. H. Levelt Sengers)

نیشنل انسٹی ٹیوٹ آف سٹینڈرڈز اینڈ ٹیکنالوجی، امریکا

(National Institute of Standards and Technology, USA)



© Courtesy of Johanna M.H. Levelt Sengers

طبیعیاتی سائنسوں (physical sciences) سے میرا واسطہ بچپن سے ہی رہا ہے جب ہم ہالینڈ میں رہائش پذیر تھے۔ میرے والد نے کیمیا میں پی ایچ ڈی کی ہوئی تھی اور انہوں نے کافی اور چائے کا خاندانی کاروبار چلانے کے ساتھ ساتھ گھر میں اپنی کیمیا کی ایک چھوٹی سی لیبارٹری بنا رکھی تھی، جس میں وہ کام کرتے رہتے تھے۔ میری والدہ نے طبیعیات اور فلکیات میں ماسٹرز کی ڈگری حاصل کرنے کے جلد ہی بعد شادی کر لی تھی ۔ میں ان کی پہلی اولاد تھی۔ وقت کے ساتھ ساتھ ہم کل 10 بہن بھائی ہوگئے، چنانچہ میری والدہ کو اپنے پسندیدہ سائنسی مضمون پر کام کرنے کا وقت ہی نہ ملا۔ رات کے کھانے کے وقت میرے والد ہمارے ساتھ سائنس کی باتیں کیا کرتے تھے۔ وہ کھانے کی میز پر سیب اور مالٹوں کی ترتیب بنا کر اس سے سیاروں، زمین اور چاند کی گردشی حرکات کی وضاحت کیا کرتے تھے۔ پھر جب ہم ہائی سکول کی عمر تک پہنچ گئے تو ہمیں سکول سے گھر کے لیے ریاضی کا جو کام ملتا تھا، ان سوالات کو حل کرنے میں ہماری مدد کرنے کے بعد ہی والد صاحب رات کو سونے کے لیے اُٹھتے تھے۔

جب میری عمر بارہ سال ہوئی تو میرے والدین نے مجھے لڑکیوں کے لئے مخصوص ایک ایسے سکول میں داخل کروایا جس میں کالج میں داخلے کے لیے تیاری کرانے والی ایک شاخ بھی موجود تھی اور جسے جمنازیم کہتے تھے۔ اس سکول میں کلاسیکی اور جدید زبانیں، تاریخ اور جغرافیہ کے ساتھ طبیعیات، کیمیا اور حیاتیات کی بھرپور تعلیم دی جاتی تھی۔ اس سکول کا بھی وہی نصاب تھا جو ہمارے ملک میں لڑکوں کے سکولوں اور مخلوط تعلیم

کے دیگر سکولوں میں پڑھایا جاتا تھا۔ پہلے تعلیمی سال میں میرا جیومیٹری سے تعارف پہلی نظر میں محبت والی بات تھی۔ یہ ایک ایسا مضمون تھا جسے از بر کرنے کی ضرورت پیش نہیں آتی بلکہ مسائل کو دلائل سے حل کیا جا سکتا ہے۔ جیومیٹری کی خوبی ہی یہ ہے کہ اس میں حقائق کو محض ماننا ضروری نہیں بلکہ انھیں ثابت بھی کیا جا سکتا ہے۔ میں خوش قسمت تھی کہ مجھے بہت سے ایسے ممتاز اساتذہ ملے جن کے پاس ان کے مضامین کی اعلیٰ تعلیمی ڈگریاں تھیں۔ میری کیمیا کی اُستاد میری پسندیدہ تھیں، اس لیے انھوں نے مجھے اپنے مضمون کی طرف راغب کر لیا۔ کیمیا کے ساتھ مجھے طبیعیات بھی دلچسپ لگتی تھی اور ابھی میں ہائی سکول میں ہی تھی کہ میں نے ریاضی اور فلکیات اور نظریۂ اضافیت پر اچھی خاصی کتابیں پڑھ لی تھیں۔ ہائی سکول میں کیلکولس (calculus) پڑھانے کی سہولت موجود نہیں تھی اس لیے میں نے ابتدائی کیلکولس اپنے والد سے پڑھی۔ اگر چہ ہالینڈ میں یہ سوچ بڑی پختہ تھی کہ سائنس اور ٹیکنالوجی لڑکوں کے پڑھنے کے مضمون ہیں لیکن سکول میں کسی نے میری حوصلہ شکنی نہیں کی۔

میرے جمنازیم (سکول) کے تعلیمی سال دوسری جنگ عظیم کے وہ ایام تھے جن کے دوران میرے وطن پر جرمنی کا قبضہ تھا۔ ایسے میں سکول میری زندگی کا وہ حصہ تھا جہاں میں اپنی دلچسپی کے مضامین میں کھو کر اس پریشان حالی کو بھول سکتی تھی۔ چنانچہ جب میں نے اپنی ہائی سکول کی تعلیم، ملکی سطح کے امتحان میں امتیاز کے ساتھ پاس ہو کر مکمل کر لی تو میں نے چاہا کہ میں اعلیٰ تعلیم حاصل کروں۔ تاہم اس وقت گھر میں مجھ سے چھوٹے آٹھ بچے تھے جن میں چھ لڑکے تھے۔ اگر چہ ہماری گھریلو زندگی سائنس میں ڈوبی ہوئی تھی لیکن ابھی لڑکیوں کو اعلیٰ تعلیم دلانے کا مزاج نہیں بنا تھا۔ اس زمانے میں ایک لڑکی سے یہ توقع کی جاتی تھی کہ وہ گھر کے کام کاج میں ماں کا ہاتھ بٹائے گی۔ ایسے میں اس کی تعلیم پر مزید خرچ کرنے میں کچھ ہچکچاہٹ ہونا ایک فطری بات تھی۔

اس مشکل کے پیش نظر جب میں نے حکومتی وظیفے کے لیے درخواست دی تو قسمت نے یاوری کی اور مجھے وظیفہ مل گیا۔ اس وقت جس یونیورسٹی میں مجھے پڑھنا تھا وہ ایمسٹرڈیم میں تھی۔ میں ٹیوشن فیس اور روزانہ ایمسٹرڈیم یونیورسٹی آنے جانے کا خرچ، وظیفے کی رقم میں سے ادا کرتی تھی۔ میری رہائش اپنے گھر میں ہی تھی اس لیے اس کا کوئی خرچہ نہیں تھا۔ پھر ہفتہ وار چھٹیوں میں مَیں ہائی سکول کے طلبہ وطالبات کو پڑھاتی تھی تا کہ والدین پر میرا مالی بوجھ کم سے کم پڑے۔ بعد میں گریجویٹ سطح کی تعلیم کے دوران میں جز وقتی طور پر ہائی سکول کے بچوں کو طبیعیات پڑھایا کرتی تھی۔

چونکہ میرے لیئے کیمیا اور طبیعیات میں سے کوئی ایک مضمون دوسرے پر ترجیح نہیں رکھتا تھا اس لیے میں نے انڈر گریجویشن کے لیے دونوں کو ہی اپنا بنیادی مضمون بنالیا۔ اس انتخاب سے مجھ پر لیبارٹری کے کام کا بھاری ترین بوجھ آن پڑا اور ہائی سکول سے یونیورسٹی جانے کا تجربہ میرے لئے کافی مشکل ثابت ہوا۔ ہماری

انڈر گریجویٹ کلاس میں طلبہ کی تعداد بہت زیادہ تھی اور زیادہ تر پروفیسر ایسے تھے جو اعلیٰ درجے کے اُستاد نہیں تھے۔ میری طبعیات کی کلاس میں ایک مضمون حرحرکیات (thermodynamics) سے متعلق تھا جسے اینٹونیس مچلز (Antonius Michels) پڑھاتے تھے۔ بعد میں میرے مقالے کے مشیر بھی وہی مقرر ہوئے۔ یہ مضمون مادے، حرارت اور کام کے باہمی تعامل سے تعلق رکھتا ہے۔ گو یہ مشکل ہے مگر ساتھ ہی بڑا دلچسپ بھی ہے۔ انڈر گریجویٹ تعلیم مکمل کرنے کے بعد میں نے جب ماسٹرز کی ڈگری کے لیے تعلیم شروع کی تو طبعیات کو بنیادی اور کیمیا کو ثانوی مضمون کے طور پر منتخب کیا۔

گریجویٹ کی سطح پر تعلیم کے دوران میرے طبعیات کے جو پروفیسر رہے ان میں جان ڈی بوئر (Jan de Boer) بھی تھے۔ بوئر شماریاتی میکانیات اور کوانٹم میکانیات کے مانے ہوئے ماہر تھے۔ شماریاتی میکانیات مادے کی مجموعی خصوصیات کا تعلق اُس کے سالموں (molecules) کے مابین قوتوں سے جوڑتی ہے، جبکہ کوانٹم میکانیات کا تعلق ان انتہائی چھوٹے نظاموں کے طرزِ عمل سے ہوتا ہے جو خود کو لہروں کی شکل میں آشکار کرتے ہیں۔ میری اس کلاس میں پچاس سے زائد طلبا تھے جن میں صرف تین یا چار لڑکیاں تھیں، ان میں سے ایک میں تھی۔

میں اپنا تجرباتی کام وان ڈر والز لیبارٹری (Van der Waals Laboratory) میں کرتی تھی۔ ہائی پریشر کی اس لیبارٹری کے سربراہ پروفیسر مچلز تھے۔ یہاں میں نے سیّال مادہ کی خصوصیات جاننے کے لیے جسے موٹی فولادی دیواروں والے برتن میں بند کیا جاتا تھا، ایسے تجربات کئے جن کے لئے عمومی فضائی دباؤ سے ایک ہزار گنا زیادہ دباؤ اور انتہائی کم درجۂ حرارت[(i)] (cryogenic temperature) درکار تھا۔ ماسٹرز کی ڈگری حاصل کرنے کے بعد میں نے پی ایچ ڈی کے مقالے کے لیے ''زیادہ دباؤ کی صورت میں آرگون (argon) کی خصوصیات کی پیمائش'' کا موضوع چنا۔ آرگون ایک ایسی گیس ہے جس کے سالمے گول ہوتے ہیں اور یہ کیمیائی طور پر غیر عامل (inert) ہوتی ہے۔ گیس کا نقطۂ فاصل[(ii)] (critical point) پانی کے نقطۂ انجماد سے ایک سو بائیس ڈگری سینٹی گریڈ نیچے ہے۔ اس گیس کو اس درجۂ حرارت سے نیچے لے جا کر مائع میں تبدیل کیا جا سکتا ہے مگر میں نے فولادی برتن میں جو تجربہ کیا، اس سے پتہ چلا کہ نقطۂ فاصل سے آگے بھی آرگون کچھ مائع اور کچھ گیس حالت میں موجود رہتی ہے۔ میں نے آرگون کے متعلق جو اعداد و شمار حاصل کیے تھے وہ سالموں کے باہمی تعامل سے متعلق شماریاتی میکانیات کے نظریات کو جانچنے کا ذریعہ بن گئے۔ یہ بات طے ہے کہ ہر ایک سیّال کا ایک نقطۂ فاصل ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر پانی کے لئے یہ حد +374°C ہوتی ہے جبکہ ہیلیم کے لئے -269°C ہے۔ مقناطیسوں اور شماریاتی میکانیات کے کئی ماڈل نظاموں کا بھی نقطۂ فاصل

موجود ہوتا ہے۔ ایسے نظاموں کا مطالعہ آئندہ کے لئے میرے پیشہ ورانہ کام کا موضوع بن گیا۔

پی ایچ ڈی کرنے کے بعد میں نے امریکا کے شہر میڈیسن (Madison) کی وسکونسن یونیورسٹی (University of Wisconsin) میں ایک سال تحقیق پر صرف کیا، پھر وان ڈر والز لیبارٹری میں چند سال گزارنے کے بعد میں نے اپنے ایک ساتھی محقق جان سینگرس (Jan Sengers) سے شادی کرلی اور ہم دونوں نے امریکا کے نیشنل بیورو آف سٹینڈرڈز (National Bureau of Standards) میں جس کا مخفف این بی ایس (NBS) بنتا تھا، ملازمت کے لیے درخواست دے دی۔ اس ادارے کو اب نیشنل انسٹی ٹیوٹ آف سٹینڈرڈز اینڈ ٹیکنالوجی (National Institute of Standards and Technology) کہتے ہیں اور اس کا مخفف این آئی ایس ٹی (NIST) ہوگیا ہے۔ اس ادارے نے 1963ء میں ہمیں ملازمت دے دی۔ یہ ادارہ تجارت کے امریکی محکمے (US Department of Commerce) کا حصہ ہے اور صنعت اور سائنس کو معیاری پیمائشوں اور میٹریلز کی خصوصیات کے اعداد و شمار فراہم کرتا ہے۔

اس ادارے میں ملازمت کے پہلے پانچ برسوں میں میرے چار بچے ہوئے۔ ان پیدائشوں کی وجہ سے مجھے ہر بار جزوی طور پر غیر حاضری کی ضرورت پیش آتی تھی۔ میرے تمام مینجر بہت سمجھدار اور مہربان تھے اور انھوں نے مجھے اس وقت تک جز وقتی طور پر کام کرنے کی اجازت دیئے رکھی جب تک میرا سب سے چھوٹا بچہ نو سال کا نہیں ہوگیا۔ پھر میرے شوہر نے 1968ء میں یونیورسٹی آف میری لینڈ (University of Maryland) میں ملازمت کرلی۔

جب میں نے اور میرے شوہر نے این بی ایس میں ملازمت شروع کی تو اس وقت نقطۂ فاصل کا تصور نیا نیا تھا۔ چونکہ یہ صورت حال بہت سے مختلف نظاموں میں موجود ہوتی ہے اس لیے تحقیق کے اس میدان میں طبیعیات، کیمیا، ریاضی اور انجینئرنگ کے ماہرین سب ہی مختلف پہلوؤں سے اس کا مطالعہ کر سکتے ہیں۔ اس وقت مفروضہ یہ تھا کہ ان نظاموں میں بہت سے ایسے ہیں کہ اگر تغیر پذیر مقداروں (Variables) کا صحیح انتخاب کیا جائے تو وہ سب ایک ہی طرح کا طرز عمل اختیار کریں گے، یعنی نقطۂ فاصل ہمہ گیر (universality) حیثیت کا حامل ہے۔

میرے تحقیقی کام کا تعلق سیال مادے سے ہی رہا ہے۔ میں نے اور میرے ساتھیوں نے نقطۂ فاصل کے قریب کسی سیال کا جو طرز عمل بنتا ہے، اس پر تجربات کیے اور یہ دریافت کیا کہ اُن سے ان قوانین تدریج (scaling laws) کی تصدیق ہوتی ہے جنھیں اس وقت تک محض ایک مفروضہ سمجھا جاتا تھا۔ اُس وقت جو نظریات تشکیل پا رہے تھے، وہ قوانین تدریج کی ایک ہمہ گیر شکل کی طرف اشارہ کررہے تھے۔ ہمارے تجربات

نے یہ ثابت کیا کہ وہ نظریات درست ہیں۔ میں نے اس نئی نظریاتی سوچ کا سیّال کی ان اقسام پر استعمال کیا جن میں صنعت سے وابستہ افراد کی دلچسپی تھی۔ مثال کے طور پر ایتھی لین (Ethylene) کا نقطۂ فاصل کمرے کے درجۂ حرارت سے کچھ درجے ہی نیچے ہوتا ہے اور یہ پولیمرز (Polymers) بنانے میں استعمال ہوتا ہے۔ میں نے اس مرحلے پر اس کی خصوصیات کی پیمائش کی اور انھیں نئے نظریے کے مطابق پایا۔ بعد میں کینتھ ولسن (Kenneth Wilson)(iii) نے میرے اسی کام کی وجہ سے 1982ء میں نوبل انعام پایا۔ میں نے پانی اور بھاپ کی ان خصوصیات پر بھی کام کیا جن کی بجلی فراہم کرنے والی صنعت کو ضرورت تھی۔ میں نے ہی یہ ثابت کیا تھا کہ نقطۂ فاصل کے قریب بھاپ کی خصوصیات قوانین تدریج سے مطابقت رکھتی ہیں۔

اس مضمون کا خلاصہ یہ ہے کہ میرا کام قدرتی طور پر میری ابتدائی دلچسپیوں سے پروان چڑھا ہے اور اس نے نئی نظریاتی بصیرت اور انجینئرنگ کے کام کے درمیان ایک پل تعمیر کر دیا ہے۔ میں خود کو خوش قسمت سمجھتی ہوں کہ میں نے سائنس اور انجینئرنگ کی دنیا میں ایک مقام حاصل کر لیا ہے۔

حواشی

***تعارف:** یوحینا لیویلٹ سینگرز (Johanna Levelt Sengers) ولندیزی نژاد امریکی ماہر طبیعیات ہیں۔ انھوں نے امریکہ کے نیشنل انسٹیٹیوٹ برائے سٹینڈرڈز اور ٹیکنالوجی میں طویل عرصے تک خدمات انجام دیں اور 1994ء میں ریٹائرمنٹ کے بعد ایمریٹس سائنسدان کا اعزاز حاصل کیا۔ بلند درجۂ حرارت اور بلند دباؤ کے زیرِ اثر سیال مادہ کی خصوصیات پر گرانقدر تحقیق کے نتیجہ میں انہیں بہت سے اعلیٰ انعامات ملے جن میں لوریل۔ یونیسکو (L'Oreal UNESCO) کا 2003ء کا بہترین خاتون سائنسدان کا ایوارڈ بھی شامل ہے۔

(i)۔ کرائیوجینک درجۂ حرارت (Cryogenic temperature) کی اصطلاح کا اطلاق اُس درجۂ حرارت پر ہوتا ہے جو -150° C سے لے کر مطلق صفر (-273° C) کے درمیان ہو۔ مطلق صفر (absolute zero) کے درجۂ حرارت پر اجسام کے سالموں کی تمام تر حرکت، نظریاتی لحاظ سے ممکنہ حد تک، ختم ہو جاتی ہے۔

(ii)۔ سیال مادہ کا نقطۂ فاصل (critical point) ایسی کیفیت کو کہتے ہیں جہاں ایک خاص درجۂ حرارت اور دباؤ کے زیراثر بیک وقت دو حالتوں (مثلاً مائع اور گیس) کے درمیان تفریق ختم ہو جاتی ہے۔

(iii)۔ کینتھ۔ جی۔ وِلسن (Kenneth G. Wilson)، پیدائش 8 جون 1936ء، امریکی ماہر نظریاتی طبیعیات ہیں۔ انھوں نے کوانٹم فیلڈ کے نظریے اور شماریاتی طبیعیات کے اطلاق سے مادہ کی مختلف حالتوں کے درمیاں حد فاصل کے مظاہر کو سمجھنے میں کلیدی کردار ادا کیا۔ انھیں 1982ء میں اسی کام کی بنیاد پر نوبل انعام ملا۔

میری پسند کسی معمہ کا حل

(I Love A Puzzle)

سائمن اے۔ لیون*

(Simon A. Levin)

پرنسٹن یونیورسٹی، امریکا

(Princeton University, USA)



© Courtesy of Denise Applewhite

کسی معمہ کو حل کرنا مجھے بہت پسند ہے۔ بچپن سے ہی میری دلچسپی کا مرکز ریاضی کا مضمون رہا ہے اور اب بھی میرا میلان یہی ہے کہ فارغ اوقات کو ریاضی کا کوئی معمہ حل کرنے میں صرف کروں جو کہ اکثر میں خود ہی اپنے لیے بناتا ہوں۔ جب میرا واسطہ ریاضی کے ایسے مسائل سے پڑتا ہے جو میں حل نہیں کر سکتا تو میں انہیں مستقبل کے لیے اپنے ذہن میں محفوظ کر لیتا ہوں اور جونہی مجھے فارغ وقت ملتا ہے تو ان میں سے کسی ایک کو حافظے سے نکال کر سوچنا شروع کر دیتا ہوں۔ مسئلہ جتنا بنیادی نوعیت کا ہوتا ہے اسے سلجھانے میں اتنا ہی زیادہ لطف آتا ہے۔ میں نے ہمیشہ یہی سمجھا ہے کہ ایسے مسائل کو حل کرنے کی کوشش سے اس منطقی تعلق کے بارے میں میری سوجھ بوجھ مزید گہری ہو جاتی ہے جس نے تمام چیزوں کو ایک دوسرے کے ساتھ باندھ رکھا ہے۔

ریاضی سے میرے اس دلی لگاؤ کی وجہ سے سکول کے دنوں میں یہ مضمون میرے لیے بہت آسان تھا۔ میں نے ریاضی کو سمجھنے اور مشقیں کرنے میں (problem solving) بہت محنت کی تھی اس لیے یہ فطری بات تھی کہ یونیورسٹی کی سطح پر میں ریاضی کا مضمون اختیار کروں، جس کے لیے میں نے جان ہاپکنز یونیورسٹی (The Johns Hopkins University) میں داخلہ لے لیا۔ اس کے بعد میں نے گریجویٹ سطح کی تعلیم شروع کی۔ دیکھتے ہی دیکھتے میں نے یونیورسٹی آف میری لینڈ (University of Maryland) کے سیال حرکیات اور اطلاقی ریاضی کے انسٹی ٹیوٹ (Institute for Fluid Dynamics and Applied Mathematics) سے پی ایچ ڈی بھی کر لی لیکن اس ساری تعلیم کے باوجود میں زیادہ پُر اعتماد نہیں تھا کہ میں آئندہ کیا کروں گا۔

جب میں گریجویٹ سکول میں تھا اس وقت ہی مجھے یہ احساس ہو گیا تھا کہ پیشہ ور ریاضی دان کی حیثیت سے مجھے جو مسائل حل کرنا پڑیں گے وہ حقیقی دنیا سے اتنے زیادہ دور ہیں کہ وہ مجھے میری زندگی بھر کے کام کی مناسبت سے مطمئن نہیں کر سکیں گے۔ میں ایسے مسائل حل کرنا چاہتا تھا جن کی دوسروں کے لیے کچھ اہمیت ہو اور اس سے انھیں اپنی دنیا کو بامعنی بنانے میں کچھ مدد ملے۔ اسی سوچ کا نتیجہ تھا کہ طالب علمی کے دوران ہی میں حیاتیات کی طرف متوجہ ہو گیا اور جن الگ الگ نقطہ ہائے نظر سے اس مضمون کو بیان کیا جاتا ہے، میں نے ان کو متحد کرنے کی کوشش کی۔ اپنی بعد از پی ایچ ڈی ریسرچ کے لیے میں نے برکلے یونیورسٹی کا انتخاب کیا تا کہ میں جارج ڈینزگ (George Dantzig) کے ساتھ کام کر سکوں، جو کمپیوٹر پروگرامنگ میں سمپلیکس طریقۂ کار (Simplex method) دریافت کرنے کی وجہ سے بہت مشہور ہو چکے تھے۔ ہم دونوں نے خون کے سرخ خلیوں کی بیرونی جھلی (red blood cell membrane) میں سے سوڈیم (sodium) کے گذرنے کے مسئلہ کو حل کیا اور اس کے لیے ہم نے تنگ نالیوں میں سے گزرتے ہوئے سالموں کی خصوصیات جاننے کے لیے قطار بندی کے ریاضیاتی نظریے (queuing theory) کو استعمال کیا۔

مجھے صحیح معنوں میں پہلی ملازمت کارنل یونیورسٹی (Cornell University) کے شعبہ ریاضی میں ملی۔ یہ یونیورسٹی صرف ریاضی میں ہی نہیں ماحولیات اور ارتقائی حیاتیات میں بھی بڑا مقام رکھتی تھی۔ مجھے بہت جلد یہاں کے ماحول نے اپنے اندر جذب کر لیا اور اس کی وجہ دو باتیں بنیں۔ ایک وجہ تو یہ تھی کہ یہاں بڑی اہم نوعیت کے مسائل حل کرنے کی کوشش ہو رہی تھی اور دوسری وجہ حیاتیات کے ایک بڑے معمے کو سمجھنے کا جنون تھا جو مجھے اپنی طرف کھینچ رہا تھا۔ وہ معمہ یہ تھا کہ حیاتیاتی دنیا میں تنوع (diversity) کیسے وجود میں آیا اور یہ کیونکر برقرار ہے۔ اس معاملے پر غور کرتے ہوئے میں نے سوچا کہ جس طرح طبیعیات کے اپنے بنیادی قوانین ہیں جن کے اوپر نظریات اُٹھائے جا سکتے ہیں، اسی طرح ڈارون (Darwin)[i] اور ویلس[ii] (Wallace) نے حیاتیات کو بھی اس کا اپنا ایک قانون دیا ہے، جسے ارتقا بذریعہ قدرتی انتخاب (evolution by natural selection) کہتے ہیں اور اسی طرح کے کچھ دوسرے طریقے (mechanisms) ہیں۔ یہ سوچنے کے بعد میرا مشغلہ یہ ہو گیا کہ میں کسی طرح یہ جاننے کی کوشش کروں کہ میں ارتقائی عمل کو بنیاد بنا کر حیاتیاتی دنیا کی ابتدا سے اب تک کی تنظیم کے متعلق کتنا سیکھ سکتا ہوں۔ اس کے ساتھ ساتھ میں دوسرے شعبوں سے بھی سیکھنے کی کوشش کرتا رہا۔ میں نے سیال حرکیات (fluid dynamics)، شماریاتی طبیعیات (statistical physics) اور ارتقائی حیاتیات (developmental biology) جیسے علوم کا مطالعہ کیا۔ یہ بھی سیکھا کہ نقش کاری (pattern formation) کا طریق کار کیا ہے اور خود تنظیمی (self organisation) کیسے وجود میں آتی ہے۔ یہ بات صاف ظاہر ہے کہ ان سب طریق کار کا آپس میں کوئی نہ کوئی تعلق ہے۔ درحقیقت زندگی کا ارتقاء خود تنظیمی کا اعلیٰ ترین

تجربہ تھا۔ یہ واضح ہے کہ اپنی تنظیم آپ کا طریقۂ کار جو ترقی کے مختلف مراحل میں نظر آتا ہے اس کی صورت گری ارتقائی عمل سے ہوئی تھی۔ یہ بھی واضح تھا کہ اتنے مختلف النوع عوامل، جیسے پودوں کی مختلف اقسام کا ایک تسلسل کے ساتھ ترقی کے عمل سے گذرنا اور انسانی معاشرے میں بتدریج ثقافت کا رونما ہونا تمام سلسلے اپنی تنظیم آپ کے اُس عمل سے ظہور میں آئے، جسے ارتقائی عمل مختلف شکلوں میں ڈھالتا چلا جا رہا تھا اور یہ تبدیلیاں ارتقائی اعمال کی راہنمائی کے لیے اپنی کیفیات سے اسے باخبر (feed back) رکھے ہوئے تھیں۔ پھر ارتقا کا تعلق صرف ماضی سے نہیں ہے، بلکہ یہ ایک مسلسل جاری رہنے والا عمل ہے اور یہ ماحولیاتی تعامل اور سماجی میل جول (social interaction) کے سیاق وسباق کو ایک تسلسل کے ساتھ تبدیل کرتا چلا جا رہا ہے۔ اس مرحلے پر مجھے زمان و مکان کے پیمانوں اور تنظیم کی مرحلہ وار پیچیدگیوں پر غور کرنا پڑا اور یہ بھی سوچنا پڑا کہ حیاتیات کے دائرے میں انفرادی عاملوں (agents) کی ایک بہت بڑی تعداد اپنے خود غرض ایجنڈے پر کام کرتے ہوئے کیسے ان مختلف اشکال اور اعمال کی صورت میں وسیع تر پیمانے پر ظاہر ہو جاتی ہے جو واپس انہیں خورد بینی اعمال کی شکل تراشنے اور انھیں پابند رکھنے میں لگے ہوئے ہیں۔ یہ طرزِ عمل شماریاتی میکانیات کے معیاری طریقے سے کچھ زیادہ مختلف نہیں تھا۔ ماسوائے اس کے کہ عاملوں کی اقسام میں تنوع اپنی پیچیدگی کے اعتبار سے بہت حیران کن تھا اور نئی تبدیلیوں کے ذریعہ اپنی ماہیت کو مسلسل تبدیل کر رہا تھا۔

وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ جب میرے نظریات میں وسعت آنا شروع ہوئی تو میں نے دوسرے لوگوں سے بھی بہت کچھ سیکھا جو میرے لیے بہت فائدہ مند ثابت ہوا۔ میرے تحقیقی تعاون کا دائرہ خاصا وسیع تھا کیونکہ اِس طرح میں دوسروں سے بہت کچھ سیکھ سکتا تھا۔ اس کے لیے کارنیل (Cornell) اور پرنسٹن (Princeton) نے انتہائی موزوں ماحول فراہم کیا جہاں میرے رفقاءِ کار مجھے بہت کچھ سکھا سکتے تھے۔ ان میں سے کچھ سے میں نے ریاضی اور منطق سیکھی، کچھ سے طبیعیات اور کچھ سے جانوروں اور پودوں کے سائنسی مطالعے (natural history) کا علم پایا۔ 1982ء میں، میں پہلی بار، اس لیے ٹری ایسٹے (Trieste) کے عالمی مرکز برائے نظریاتی طبیعیات گیا تاکہ ٹام حلام (Tom Hallam) کے ساتھ مل کر ریاضیاتی ماحولیات پر پہلے کورس کا انتظام کر سکوں۔ وہاں جانے سے میرے کام کو ایک اہم اور نئی جہت ملی۔ یہاں مجھے ہر اس قوم کے نمائندے سے ملنے اور اس کے ساتھ تبادلہ خیال کا موقع ملا، جس قوم کا میں تصور کر سکتا ہوں۔ پھر ان سے مجھے ان کے ملکوں کے طرح طرح کے ماحولیاتی مسائل کا پتا چلا۔ اب میں اس قابل ہو گیا تھا کہ میں ایسے مسائل حل کر سکوں جن کا حقیقی زندگی سے تعلق ہے، جیسے جانداروں پر زہریلے مادے کے اثرات (ecotoxicology)، وبائی امراض کے پیدا ہونے اور پھیلنے (epidemiology) کا مسئلہ، زندگی کی مختلف اقسام کا تحفظ (conservation biology) اور نئی نئی وجود میں آنے والی پائیداریت کی سائنس (Science of sustainability)۔ اس وقت تک میں کارنیل کے اس شعبے میں پوری طرح شامل ہو چکا تھا جس کے کام کا تعلق ماحول

کے سائنسی مطالعہ اور طریقہ نظام (Ecology and Systematics) سے تھا۔ یہاں میں نے پانچ سال تک اس شعبے کی سربراہی کی اور معاشرے کو جن ماحولیاتی مسائل کا سامنا ہے ان سے نمٹنے کے لیے، جانداروں کے باہمی تعلق اور ان کے فطری ماحول پر تحقیقات کا مرکز (Ecosystem Research Center) قائم کیا۔ سماجی مسائل (societal problems) پر میرے کام نے مجھے پہلے سے بھی زیادہ اطلاقی سائنس (applied science) کے قریب کر دیا۔ تاہم اس نے صرف میری اس سوچ کو مزید توانا کیا کہ ایک ایسے موزوں نظریاتی سانچے کی تخلیق کی ضرورت ہے جو ان مسائل کو حل کرنے کے لیے ماحولیاتی نظام کے تنظیمی اصول وضع کرے۔

میرے پیشے کے اگلے مرحلے کے لیے پرنسٹن (Princeton) یونیورسٹی انتہائی موزوں تھی کیونکہ وہاں ماحولیات اور علمِ ارتقا، دونوں شعبوں میں بہت اعلیٰ کام ہو رہا تھا۔ اس کے علاوہ کام کرنے کے کچھ نئے مواقع بھی تھے مثلاً ان علوم کا اقتصادیات اور پالیسی کے معاملات سے تعلق قائم کرنا۔ اس کے ساتھ ساتھ میں باقاعدگی سے سٹاک ہوم (Stockholm) کے بے جر انسٹی ٹیوٹ (Beijer Institute) میں بھی جانے لگا۔ یہ ادارہ دوسروں کے مقابلے میں ماحولیاتی اور اقتصادی شعبوں کے لیڈروں کو یکجا کرنے میں زیادہ فعال کردار ادا کر رہا تھا۔ میرے اقتصادیات کی طرف راغب ہونے کی وجہ یہ تھی کہ میری دانست میں اسے ماحول کے مسائل میں مرکزی حیثیت حاصل ہے اور اقتصادی نظام درحقیقت ماحولیاتی نظام ہی تو ہے یا اس بات کو یوں کہیے کہ ماحولیاتی نظام درحقیقت اقتصادی نظام کی ہی دوسری شکل ہے۔ کیونکہ ماحولیاتی اور اقتصادی دونوں نظاموں میں محدود وسائل کے لیے مقابلہ ہی ان کے عاملوں کے درمیان تعامل کو جنم دیتا ہے اور اس تعامل میں تعاون اور استحصال دونوں شامل ہیں۔ یہ دونوں ایسے پیچیدہ اور حالات کے مطابق ڈھلنے والے نظاموں (complex adaptive systems) کی بہترین مثال ہیں جن میں ہر آن تنوع کا عمل جاری رہتا ہے اور جس کی تشکیل تقریباً لامحدود تعداد کے عاملوں کے باہمی تعامل کا نتیجہ ہوتی ہے۔

قریب قریب اسی دورانیے میں مجھے جب فرصت ملتی تو میں سانتا فے انسٹی ٹیوٹ (Santa Fe Institute) کا رُخ کرتا تھا۔ یہ مختلف نظریات کے حامل ان سائنسدانوں کی ملاقات کے لیے بہترین جگہ تھی جو آزادانہ طور پر انہیں سوالات کا سامنا کر رہے تھے جن پر میں کام کر رہا تھا۔ سانتا فے کا ماحول فطری اور علمی طور پر شاندار ہے۔ وہاں تصورات تشکیل دیئے جاتے ہیں اور بالکل ویسی ہی بے رحمی کے ساتھ پھینک دیئے جاتے ہیں جیسے قدرتی نظاموں میں تنوع پیدا کرنے کے لیے تغیر پذیری (mutation) اور نومخلوطی (recombination) کے عمل میں ہوتا ہے۔ اس سوچ کے پیچھے چھپا ہوا خاموش فلسفہ یہ ہے کہ نئے تصورات کے جنم لینے پر کسی قسم کی بھی پابندیاں نہیں ہونی چاہئیں بلکہ تغیر پذیری کی طرح انھیں آزادانہ طور پر تخلیق ہونے دینا چاہیے۔ ان کے متعلق بھی قدرتی انتخاب کے عمل پر انحصار کرنا چاہیے تاکہ گندم کے دانوں کو بھوسے سے

الگ کیا جاسکے۔سائنس کے متعلق یہ تصوراُن افراد کی سوچ سے بہت مختلف ہے جو یہ سمجھتے ہیں کہ نئے خیالات کواُن نتائج کی بنیاد پرظہور پذیر ہونا چاہیے جو ماضی میں حاصل کیے جاچکے ہیں۔اس تصور کے بارے میں کافی کچھ کہا جاسکتا ہے۔یہ طریقہ کارکوہ پیمائی کی طرح کا ہے جوقدرتی انتخاب کے عمل میں اہم کردارادا کرتا ہےلیکن اس میں بڑی رکاوٹیں آتی ہیں جن کی وجہ سے تیزی سے اوپر جانا مشکل ہوجاتا ہے۔علم کی ترویج کے لیے یہ بہت اہم ہے کہ بہت سے غیرروایتی اورانوکھے تصورات کی آبیاری کی جائے۔میری اپنی پیشہ ورانہ زندگی ایک ایسے سفر کی طرح ہے جس میں، میں انقلابی (radical) اور قدامت پرست (conservative) طرزعمل کے درمیان توازن قائم کرنے کی کوشش کرتا رہاہوں، کیونکہ کسی بھی سائنسدان کی زندگی میں ان دونوں کی گنجائش موجود ہوتی ہے۔

حواشی

* **تعارف:** سائمن اے۔لیون(Simon A.Levin) (پیدائش1941ء) امریکی ماہر ماحولیات ہیں۔انھوں نے ریاضیاتی ماڈلنگ اورتجرباتی مطالعہ کوحیاتیاتی تنوع کوسمجھنے کے لیےاستعمال کیااورکئی انعام پائے۔

(i)۔ چارلس رابرٹ ڈارون(Charles Robert Darwin) دیکھئےصفحہ نمبر102۔

(ii)۔ الفریڈرسل ویلس(Alfred Russel Wallace) 1913ء-1823ء کاتعلق برطانیہ سےتھا۔وہ فطرت کی تاریخ کے ماہر، جغرافیہ دان، ماہرحیاتیات اور ماہربشریات تھے۔انہیں نے سب سے پہلے قدرتی انتخاب کے ذریعے ارتقا کانظریہ پیش کیاتھا۔ان کے اخذکردہ نتائج اوراپنی تحقیق کوکام میں لاکرڈارون نے ارتقاءکا جامع نظریہ پیش کیاتھا۔

کمپیوٹر کی مدد سے آب وہوا کے ماڈل

(Climatic Models Through Computing)

شکورو مانابے[19]

(Syukuro Manabe)

پرنسٹن ،امریکا

(Princeton, USA)



© Courtesy of Syukuro Manabe

1958ءمیں مجھے جوزف سماگورنسکی [i] (Joseph Smagorinsky) کا خط موصول ہوا جس میں مجھے دعوت دی گئی تھی کہ میں امریکی موسمیاتی محکمہ (US Weather Bureau) میں اُس کے گروپ میں شامل ہو جاؤں تا کہ کُرۂ باد میں ہواؤں کی گردش کا عمومی ماڈل تیار کیا جا سکے۔ایسے ماڈل میں یہ کوشش کی جاتی ہے کہ طبیعیات کے قوانین کی بنیاد پر کُرہ باد کے طرزِعمل کی برقیاتی کمپیوٹر پر تشبیہ (simulate) بن جائے۔یہ کام اُس ماڈل کی انتہائی جرأت مندانہ توسیع پر مبنی تھا جو انسٹی ٹیوٹ آف ایڈوانسڈ اسٹڈیز پرنسٹن یونیورسٹی نیوجرسی Institute of Advanced Studies, *Princeton) (University, New Jersey* میں جان فان نیومن (John Von Neumann) کی سربراہی میں مائع حرکیات کی مساوات

19۔ مانابے (Manabe) امریکی نیشنل سائنس اکیڈمی، یورپی اکیڈمی (Academia Europaea) کے غیر ملکی ممبر اور کینیڈا کی رائل سوسائٹی کے رکن ہیں۔وہ امریکن موسمیات سوسائٹی کے اعزازی رکن، جاپان موسمیاتی سوسائٹی کے اعزازی رکن، امریکی جغرافیہ یونین اور امریکی ترقیٔ سائنس ایسوسی ایشن کے فیلو ہیں۔مانابے نے اپنی پیشہ ورانہ زندگی میں بے شمار اعزازات حاصل کیے۔1966ء میں انھیں موسمیاتی سوسائٹی جاپان کی طرف سے فُوجی وارا (Fujiwara Award) ایوارڈ ملا۔ 1992ء میں امریکن موسمیاتی سوسائٹی نے روسبی میڈل (Rossby Medal) دیا۔1992ء میں ہی انھیں آساہی گلاس فاؤنڈیشن (Asahi Glass Foundation) کی طرف سے بلُو پلانیٹ انعام (Blue Planet Prize) دیا گیا۔1993ء میں امریکی ارضی طبیعیات یونین نے انھیں ریولی میڈل (Revelle Medal) پیش کیا۔1995ء میں جاپان کی اخباری ثقافت کی اساہی فاؤنڈیشن (Newspaper Cultural FoundationAsahi) نے انھیں اساہی انعام دیا۔اس کے علاوہ 1997ء میں والوو فاونڈیشن نے ماحولیات کا والوو انعام (Volvo Prize) اور 1998ء میں یورپی جغرافیہ سوسائٹی نے میلانکووچ میڈل (Milankovitch Medal) دیا۔

(hydrodynamical equations) کواستعمال کرتے ہوئے موسم کی پیشین گوئی کے لیے بنایا گیا تھا۔اگرچہ اس وقت کمپیوٹر کی ٹیکنالوجی ترقی کے ابتدائی مراحل میں تھی مگر سماگورنسکی نے پہلے ہی اپنے ذہن میں آب وہوا کے مطالعے کے لیے زمین کے فضائی نظام کے لیے ایک جامع ریاضیاتی ماڈل(mathematical model) کا خاکہ مرتب کرلیا تھا۔

جب مجھے دعوت نامہ موصول ہوا تو میں ٹوکیو یونیورسٹی کا گریجویٹ طالب علم تھا اور میرا بنیادی مضمون موسمیات تھا۔اگرچہ اس وقت میں اپنا پی ایچ ڈی کا مقالہ تقریباً مکمل کرچکا تھا اور میں نے نوکری کی تلاش شروع کردی تھی،لیکن دوسری جنگ عظیم کے بعد جاپان میں ایک موزوں نوکری تلاش کرلینا میرے لیے مشکل کام تھا۔اس لیے امریکا جیسے ملک سے جہاں کمپیوٹر ٹیکنالوجی تیزی کے ساتھ ترقی کر رہی تھی،موصول ہونے والی اس پرکشش پیشکش کو قبول کرنے میں مجھے دیر نہیں لگی۔اس میں کوئی شک نہیں کہ میری طویل پیشہ ورانہ زندگی کا یہ بہترین فیصلہ تھا۔

1958ء کے موسم خزاں میں، میں نے امریکن موسمیاتی ادارہ کے عمومی گردشی تحقیق کے سیکشن(General Circulation Research Section) میں کام شروع کردیا، جو بعد میں قومی سمندری اور فضائی ایڈمنسٹریشن(National Oceanic and Atmospheric Administration) کی زیرنگرانی جغرافیائی سیال حرکیات کی لیبارٹری(Geographical Fluid Dynamics Laboratory,GFDL) بن گئی۔وہاں پہنچتے ہی میں نے فوری طور پر کُرۂ باد(atmosphere) میں ہواؤں کی گردش کے ایک عمومی ماڈل کی تیاری میں حصہ لینا شروع کردیا۔یہاں ہمیں بہت سی مشکلات پر قابو پانے کے لیے بہت سخت محنت کرنا پڑی۔ 1960ء کی دہائی کے وسط میں جب ہمارا تیار کیا ہوا ماڈل کُرۂ باد میں ہواؤں کی گردش اور بارش برسنے کے متعلق کامیابی کے ساتھ اطلاعات دینے لگا تو میں نے اس وقت خود کو بہت ہلکا پھلکا اور مطمئن محسوس کیا۔یہاں سے میرا تحقیق کی دنیا کا طویل سفر شروع ہوا۔

1960ء کی دہائی کے شروع میں میں نے جغرافیائی سیال حرکیات کی لیبارٹری(GFDL) کے عملے کے ایک رکن مسٹر ویدرالڈ(Mr.Wetherald) کے ساتھ مل کر کُرۂ باد کا عمودی سمت میں ایک جہتی (vertically one dimensional) ماڈل بنانا شروع کیا۔اس کا مقصد عمودی سمت میں فضا کے درجۂ حرارت کے فرق کا حساب کتاب لگانا تھا اور اس بنیاد پر بنایا گیا تھا کہ فضا میں اشعاعی اور حملی حرارت کا توازن(radiative convective equilibrium) برقرار رہتا ہے۔اس ماڈل نے کامیابی کے ساتھ فضا کے اندر حرارت کے اس بنیادی ڈھانچے(thermal structure) کی حقیقت کے قریب قریب،تشبیہ تیار کرلی جو

کُرۂ باد کے متغیر زیریں حصے (troposphere) اور اس کے اوپر کے مستحکم حصے (stratosphere) پر مشتمل ہوتا ہے۔

اشعاعی اور حملی حرارت میں توازن کے ماڈل کو استعمال کرتے ہوئے ہم نے یہ اندازہ لگایا کہ اگر فضا میں کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مقدار دگنی ہو جائے تو زمین کے درجۂ حرارت میں کتنا اضافہ ہوگا۔ اس طرح ہم پہلی بار اس قابل ہوئے کہ زمین کی سطح سے فضا میں ہونے والے حملی تبادلہ حرارت (convective heat transfer) کا صحیح طرح اندازہ لگا سکیں اور آرہینیس[ii] (Arrhenius) اور دوسروں نے زمین کی تپش کے ابتدائی مطالعے میں جو سنگین غلطیاں کی تھیں، انھیں دور کر سکیں۔ ہمارا یہ مطالعہ 1967ء میں شائع ہوا اور یہ کرّہ ارض کے درجۂ حرارت میں اضافے کا پہلا مطالعہ تھا جو جدید آزمائشوں پر پورا اُترا۔

میں 1960ء کی دہائی اور 1970ء کی دہائی کے ابتدائی برسوں میں کُرۂ باد کی ہواؤں کی عمومی گردش کے تین جہتی (three dimensional) ماڈل کی تیاری میں مصروف رہا۔ میں نے خاص طور پر سورج سے حرارت کی آمد اور مرطوب ہوا کے ذریعے اس کی منتقلی کی بنا پر عمودی انتقالِ حرارت کا ایک واضح ماڈل تیار کرنے اور براعظموں کی سطح پر پانی اور حرارت کا میزانیہ تیار کرنے میں اہم کردار ادا کیا۔ 1960ء کی دہائی کے اواخر تک ہم کُرۂ باد کے نچلے حصے اور اس کے اوپر کے حصے کے اس نظام میں درجۂ حرارت کی عمودی تقسیم کے ساتھ ساتھ اُفقی تقسیم اور عالمی سطح پر نمی (precipitation) کی تقسیم اور موسم کے اعتبار سے اس میں ہونے والی تبدیلیوں کی تشبیہ تیار کرنے میں کامیاب ہوگئے۔ ان تشبیہی مطالعوں سے یہ بات ثابت ہوگئی کہ عمومی گردش کا ماڈل حقیقت کے اتنا قریب ہوگیا ہے کہ اب اس سے آب و ہوا کی تبدیلی کا مطالعہ ہوسکتا ہے۔

1975ء میں ویدرالڈ (Wetherald) اور میں نے کرّہ ارض کی بڑھتی ہوئی تپش کے بارے میں ایک اور سنگ میل مطالعہ شائع کیا۔ اس مطالعے میں ہم نے کُرۂ باد میں ہواؤں کی سہ جہتی گردش کا عمومی ماڈل استعمال کیا اور فضا میں کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مقدار کو دگنا کر کے اس سے فضائی درجۂ حرارت (atmospheric temperatures) اور زمین کی سطح پر پانی کے چکر (hydrologic cycle) کا پہلی بار تجزیہ کیا۔ اس مطالعے سے یہ پتہ چلا کہ کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مقدار بڑھانے سے پانی کے چکر میں تیزی آئے گی، یعنی بخارات (بادل) بھی زیادہ بنیں گے اور بارشیں بھی زیادہ ہوں گی۔

آب و ہوا کی اطمینان بخش تشبیہہ تیار کرنے کے لیے ضروری ہے کہ سمندروں کو بھی مطالعے میں شامل کیا جائے جو مسلسل کُرۂ باد کے ساتھ عمل پذیر رہتے ہیں اور حرارت کے ایک بہت بڑے ذخیرے کا کردار ادا کرتے ہیں۔ یہ 1960ء کی دہائی کے وسط کی بات ہے جب میں نے جغرافیائی سیال حرکیات کی

لیبارٹری کے سمندر سے متعلق گروپ کے سربراہ کرک برائن(Kirk Bryan) کے ساتھ مل کر کُرۂ باد اور سمندر کا مربوط ماڈل تیار کیا جس میں کُرۂ باد میں ہواؤں کی گردش کے عمومی ماڈل اور سمندر کے ماڈل کو ایک دوسرے کے ساتھ ملا دیا گیا تھا۔ ہماری پیشہ ورانہ زندگی کے دوران میرا اور برائن کا ساتھ بہت عرصے تک رہا اور اس عرصے میں ہم نے بالآخر ایک مربوط ماڈل تیار کرنے میں کامیابی حاصل کر ہی لی۔ اب یہ ماڈل آب و ہوا میں قدرتی تبدیلیوں اور انسانی سرگرمیوں کی وجہ سے ہونے والی تبدیلیوں کے مطالعے کے لیے ناگزیر حیثیت اختیار کر گیا ہے۔ برائن کے ساتھ کام کرنا بڑا پُر لطف رہا کیونکہ وہ کھلے ذہن کا مالک تھا اور اپنی سائنسی سوچ کو فراخدلی کے ساتھ دوسروں سے بانٹتا تھا۔

1969ء میں برائن اور میں نے ایک مقالہ شائع کیا جس میں مربوط سمندری اور فضائی ماڈل کی تیاری کی پہلی کامیاب کوشش کا ذکر تھا۔ اس ماڈل کو استعمال کرتے ہوئے ہم نے سمندری انتقال حرارت کے زیر اثر زمین کی سطح کے درجۂ حرارت اور مرطوبیت کے وسیع تر خواص کی نشاندہی کرنی شروع کر دی۔

1970ء کی دہائی کے آخر میں رونالڈ سٹاؤفر(Ronald Stouffer) ہمارے گروپ میں شامل ہو گیا اور اس نے مربوط سمندری فضائی ماڈل کو بہتر بنانے میں اہم کردار ادا کرنا شروع کر دیا۔ 1980ء کی دہائی کے اواخر میں ہم نے ایک اور سنگ میل عبور کر لیا جب ہم مربوط ماڈل کو حقیقی جغرافیہ (realistic Geography) کے ساتھ استعمال کرنے میں کامیاب رہے۔ 1989ء میں شائع ہونے والی تحقیقی رپورٹ میں ہم نے کُرۂ باد میں کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مقدار میں بتدریج اضافے کی صورت میں وقت کے ساتھ ساتھ ہونے والی موسمی تبدیلیوں کا تشبیہی جائزہ پیش کیا، جس کے بعد ہم اس قابل ہو گئے کہ فضا میں گرین ہاؤس گیسوں [iii] کے بتدریج اضافے کی صورت میں موسم پر ہونے والے اثرات اور ان کے واقع ہونے میں سمندر اور ارضی سطح کے تاخیری کردار کو واضح کر سکیں۔ بین الحکومتی پینل بسلسلہ تغیر آب وہوا (Intergovernmental Panel on Climate Change) کی پہلی رپورٹ میں جو 1990ء میں شائع ہوئی، اس میں ہمارے مطالعے کا بہت زیادہ ذکر کیا گیا تھا۔

1990ء کی دہائی میں ہم نے اپنے مربوط ماڈل کو آب وہوا میں قدرتی اور دباؤ کے بغیر تبدیلیوں کے مطالعہ میں بھی استعمال کیا۔ ہم نے مربوط ماڈل کا ایک ہزار سال کے عرصے کا زمانی تکمل (time integration) کیا۔ یوں ہم ایک سال سے لے کر کئی دہائیوں کے عرصے تک ارضی سطح کے درجۂ حرارت میں تبدیلی کے بڑے حصے کا اندازہ لگانے میں کامیاب ہو گئے۔ اس طرح حاصل ہونے والے نتائج کا ہم نے وسیع پیمانے پر تجزیہ کیا اور کامیابی کے ساتھ ان بنیادی طبیعیاتی طریقہ ہائے کار (basic physical mechanisms) کی نشاندہی

کرنے میں کامیاب ہوگئے جو آب وہوا میں قدرتی طور پر تبدیلی لانے کے ذمہ دار ہیں۔

اپنی پیشہ ورانہ زندگی کے تمام عرصے کے دوران میں جغرافیائی سیال حرکیات کی لیبارٹری (GFDL) کے عملے کے تعاون سے ارضیاتی ماضی (geological past) میں آب و ہوا کی بڑی تبدیلیوں کو سمجھنے میں مصروف رہا۔ مثال کے طور پر ہم نے کاربن ڈائی آکسائیڈ اور آبی بخارات جیسی گرین ہاؤس گیسوں کے اس اہم کردار کو واضح کیا جس کا تعلق وسطی حیاتی دور (Mesozoic)[iv] کی گرم آب وہوا اور پچھلے برفانی دور کے نقطۂ عروج[vi] (last glacial maximum) کی سرد آب وہوا کو برقرار رکھنے سے ہے۔ حال ہی میں اپنے مربوط سمندری فضائی ماڈل کو کام میں لاتے ہوئے ہم برفانی دور اور اس کے بعد کے دور میں آب و ہوا میں کثرت کے ساتھ ہونے والی اچانک عمومی تبدیلیوں کا اندازہ لگانے میں بھی کامیاب ہوگئے ہیں۔

مختصر یہ کہ ہم نے بے شمار عددی تجربات (numerical experiments) کئے ہیں تاکہ ان طبیعیاتی محرکات کا پتہ چلایا جاسکے جو ماضی، حال اور مستقبل میں آب وہوا میں تبدیلی کے ذمہ دار رہے ہیں۔ ہمارے مطالعے نے ہمارے اس مفروضے کو درست ثابت کردیا ہے کہ دنیا کی آب وہوا پر انسانی سرگرمیوں کا اہم اثر مرتب ہوتا رہا ہے۔

اگرچہ ٹوکیو یونیورسٹی کے گریجویٹ سکول میں میں نے حرکیاتی موسمیات (dynamical meteorology) کے ماہر کی خصوصی تربیت حاصل کی تھی لیکن بین الشعبہ جاتی (interdisciplinary) تعاون کے ذریعے میں تحقیق کے نئے راستے کھولنے میں کامیاب رہا اور یوں میں نے آگے کی جانب ایک لمبی جست لگا لی۔ جب میں نے گرین ہاؤس گیسوں کے اثرات کا مطالعہ کرنے کے لیے فضائی کُرے کا ایسا ماڈل بنایا جس میں اشعاعی اور حملی حرارت کا توازن قائم رہتا ہے تو جرمنی کے پروفیسر فرٹز مولر (Fritz Moller) سے بہت کچھ سیکھا جو ان دنوں ہماری لیبارٹری کا دورہ کر رہے تھے۔ پروفیسر مولر فضا میں اشعاعی حرارت کے اولین ماہر تھے۔ اسی طرح یہ میری خوش قسمتی تھی کہ میں نے کرک برائن کے ساتھ مل کر جو ہماری تجربہ گاہ میں بحری جغرافیہ کی طبیعیات کے ماہر تھے، مربوط سمندری اور فضائی ماڈل بنایا جو آج آب وہوا کے مطالعے کے لیے نہایت ضروری سمجھا جاتا ہے۔ میرے خیال میں ایک سے زیادہ علمی شاخوں پر مبنی موضوع ہمیشہ ایک نیا نقطۂ نظر دیتا اور ہمارے لیے سائنسی تحقیق میں انتہائی پرامید راستے کھول دیتا ہے۔

اب جب کہ ہم اکیسویں صدی میں داخل ہورہے ہیں تو میرے خیال میں ٹیکنالوجی کی تیز رفتار ترقی اور عالمی ماحول وحیاتیات کے تحفظ کو ایک جیسی اہمیت دینا مشکل سے مشکل تر ہوتا چلا جائے گا۔ ان حالات میں مستقبل کے لائحہ عمل کے متعلق دانشمندانہ فیصلہ کرنے کے لیے ضروری ہے کہ ہمارے پاس مستقبل کی عالمی موسمی تبدیلیوں کے متعلق کوئی قابل بھروسہ پیشین گوئی موجود ہو۔ اسی لیے ارضی نظام کے متعلق ایک

حقیقت پسندانہ ماڈل کی تشکیل ضروری ہے۔اس اہم ترین منزل کو پانے کے لیے ضروری ہے کہ آب وہوا کے ماڈل کو بہتر سے بہتر بنایا جائے، جو کہ میرے اس مضمون کا موضوع ہے۔

جیسا کہ ہم جانتے ہیں ارضی نظام بے انتہائی پیچیدہ ہے۔ یہ بات ظاہر ہے کہ ایسے پیچیدہ ارضی نظام کے ماڈل سے حاصل شدہ اعداد وشمار کی تصدیق کرنا اور مستقبل میں آب وہوا کی تبدیلیوں کے بارے میں اندازہ لگانا انتہائی مشکل ہوگا۔ چنانچہ ارضی نظام کے متعلق ایک قابل اعتماد ماڈل تیار کرنے کے لیے لازم ہوگا کہ ارضی نظام کے ان اہم عوامل کی نشاندہی کر دی جائے جو اس کے طرز عمل پر فیصلہ کن اثرات ڈالتے ہیں، دیگر باقی اور کم اہمیت کی تفصیلات کو نظر انداز کر دیا جائے۔ یہ قابلِ فہم بات ہے کہ یہ کوئی آسان کام نہیں بلکہ مستقبل میں ارضی نظام کے ماڈل بنانے والوں کے لیے بہت بڑے چیلنج کی حیثیت رکھتا ہے۔

حواشی

(i)۔ جوزف سماگورنسکی (Joseph Smagorinsky) 2005ء–1924ء امریکا کے ماہر موسمیات تھے۔انھوں نے فضا کی عموی گردش کا اوّلین ماڈل تیار کیا تھا۔

(ii)۔ سوانتے آگسٹ آرہینیس (Svante August Arrhenius) 1927ء–1859ء سویڈن کے سائنسدان اور طبیعیاتی کیمیا کے بانیوں میں سے ایک تھے۔ وہ پہلے سائنسدان تھے جنھوں نے یہ دریافت کیا کہ اگر کُرۂ باد میں کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مقدار میں اضافہ کر دیا جائے تو اس کے ساتھ زمین کا درجۂ حرارت بھی تبدیل ہو جائے گا۔

(iii)۔ گرین ہاؤس گیس فضا میں موجود ایسی گیس کو کہا جاتا ہے جو برقی مقناطیسی طیف کے زیریں سرخ (infrared) حصّے میں توانائی کو جذب بھی کرتی ہے اور خارج بھی کرتی ہے۔ زمین کے کُرۂ باد میں پانی کے بخارات، کاربن ڈائی آکسائیڈ، میتھین، نائٹرس آکسائیڈ اور اوزون گیسیں موجود ہوتی ہیں۔ یہ گیسیں زمین کے درجۂ حرارت پر بہت زیادہ اثر انداز ہوتی ہیں۔ اگر یہ نہ ہوں تو زمین کا اوسط درجۂ حرارت موجودہ درجۂ حرارت سے 33 درجے سینٹی گریڈ نیچے گر جائے گا۔

(iv)۔ یہ دور آج سے پچیس کروڑ سال پہلے سے شروع ہو کر ساڑھے چھ کروڑ سال پہلے ختم ہوتا ہے۔ اسے ہم زیادہ تر ان بڑے بڑے جانوروں کے حوالے سے جانتے ہیں جنھیں ڈینوسار کہا جاتا ہے اور اس دور کے اختتام پر یہ جانور ہی نہیں بلکہ نباتات بھی نابود ہو گئے تھے۔

(v)۔ ارضی آب وہوا کی تاریخ میں برفانی تودوں کا عرصۂ عروج اُس دور کو کہتے ہیں جو 26,500 سال قبل سے تقریباً 20,000 سال قبل تک جاری رہا۔ اس دوران شمالی امریکہ کا زیادہ تر حصہ، شمالی یورپ اور جنوبی امریکہ برف سے ڈھکے ہوئے تھے۔

(vi)۔ پہلے برفانی دور کو دو ارب سے زائد مدت ہوئی ہے۔ اس کے دوران کُرۂ باد میں آکسیجن جمع ہوئی تھی۔ دوسرا دور 85 کروڑ سے 63 کروڑ سال پہلے تک تھا۔ اس کے دوران قریب قریب تمام دنیا برف سے ڈھک گئی تھی اور اس کے بعد بہت سے خلیوں پر مشتمل زندگی وجود میں آئی تھی۔ تیسرا دور 45 سے 42 کروڑ سال پہلے کا ہے۔ اس کے بعد کا دور 36 سے 26 کروڑ سال پہلے آیا اور اس سے کُرۂ باد میں آکسیجن کا بہت اضافہ ہوا اور پودے اور جانور پیدا ہونا شروع ہوئے۔ آخری برفانی دور تقریباً 25.8 لاکھ سال پہلے شروع ہوا اور اس کے اثرات تا حال موجود ہیں۔

دشوار، تنہا اور ولولہ انگیز

(Rough,Lonely and Exciting)

بینوا بی۔ ماندلبغو*

(Benoit B. Mandelbrot)

ژیل یونیورسٹی، امریکا

(Yale University, USA)



© Courtesy of Louis Fabian Bachrach

زمینداروں یا بینکاروں کے بچے جب بڑے ہوتے ہیں تو اُن کے پاس ایک آسان راستہ موجود ہوتا ہے کیونکہ ان کو سال ہا سال ذہنی طور پر اس بات کے لیے تیار کیا جاتا ہے کہ وہ خاندانی روایات کی تقلید کریں گے۔ میرے خاندان کے پاس نہ تو زمین تھی اور نہ کوئی بینک لیکن ایک مضبوط خاندانی روایت ضرور تھی۔ اس لیے مجھ سے کچھ کہے بغیر یہ توقع رکھی گئی تھی کہ میں کسی قسم کی علمی شخصیت بنوں گا۔ کسی اور مصروفیت کا انتخاب کرنے کے لیے میرے پاس کوئی خاص وجہ ہونی چاہئے تھی۔ کیا اس خاندانی روایت نے میرا انتخاب آسان کر دیا؟ نہیں ایسا نہیں ہوا بلکہ مجھے بڑا ہونا کافی دشوار لگا۔ اس کی پہلی وجہ تو عالمی اقتصادی بحران اور دوسری جنگ عظیم کے اثرات تھے اور دوسری وجہ میرے والد اور سب سے چھوٹے چچا کی متضاد نصیحتیں تھیں۔

میں تیرہ برس کا تھا جب میرے چچا پیرس کے مشہور ''کالج ڈی فرانس''(College de France) میں ریاضی کے پروفیسر ہوگئے۔ چنانچہ مجھے شروع سے ہی یہ علم ہوگیا کہ معزز، پرآسائش اور مکمل طور پر پرلطف پیشوں میں نظریاتی ریاضی بھی شامل تھی۔ چونکہ میں ایک تیز ذہن کا مالک اور اچھے گریڈ لینے والا طالب علم تھا اس لیے چچا کے نقش قدم پر چلنے کا راستہ میرے لیے کھلا تھا لیکن اس میں مجھے سخت رکاوٹوں کا سامنا کرنا پڑا۔ پہلی بات تو یہ کہ میرے والد اس کے سخت خلاف تھے۔ مزید برآں اُن کے زیر اثر اور کئی برس سے میں جو کچھ پڑھتا چلا آ رہا تھا، اس نے میرے اندر ایک مختلف سمت میں دلچسپی پیدا کر دی تھی اور یہ دلچسپی حساب کی سادگی میں نہیں بلکہ پیچیدہ اور زمینی حقائق پر مبنی مسائل میں تھی۔ مثال کے طور پر پیچیدہ مشینیں کیسے کام کرتی ہیں۔

دوسری وجہ یہ بنی کہ میری سکول کی پڑھائی میں مسلسل خلل اندازی نے میری ریاضیاتی تجزیے کی صلاحیتوں کو اوسط درجے کا بنا دیا تھا۔ دوسری طرف جب میں انیس سال کا ہوا تو چند اہم ہفتے ایسے آئے جن کے دوران مجھ پر یہ انکشاف ہوا کہ میرے اندر قدرتی طور پر یہ نایاب اور مضبوط صفت موجود ہے کہ میں ریاضی کے پیچیدہ دلائل کو براہِ راست جیومیٹری کی اشکال کی صورت میں حل کر سکتا ہوں۔ جنگ کی عدم موجودگی میں اگر مجھے منظّم اور مکمل انداز میں ریاضیاتی تجزیہ کی تربیت دی جاتی تو اس سے میری یہ صفت یا تو کمزور پڑ جاتی یا ظاہر ہونے سے ہی رک جاتی اور یہ بھی ممکن تھا کہ میرے اندر سائنس سے دور ہی رہنے کی خواہش بیدار ہو جاتی۔ انہی حالات میں جب میں بیس سال کا ہوا تو ظاہری نظر آنے والے راستوں میں سے کوئی بھی میرے مزاج سے مطابقت نہیں رکھتا تھا۔ یوں میں نے اپنے متعدد خیر خواہ لوگوں کا مشورہ نہ مان کر انھیں بھی مخالف بنا لیا۔

اس کے نتیجے میں میری پیشہ ورانہ زندگی میں پیدا ہونے والی پیچیدگیوں نے مسلسل اس موضوع کی طرف میری رہنمائی کی جس پر میرا کام رہبرانہ حیثیت کا حامل ہے یعنی حقیقی دنیا میں پیچیدگی۔ 1950ء میں اس شعبے پر کسی کی نظر نہیں تھی، اس لیے یہ میری خوش قسمتی ٹھہری کہ اُس وقت آزادی کے ساتھ اِس موضوع پر کام کیا جا سکتا تھا۔ اس بنا پر میں نے وہ خطرہ مول لے لیا جو شاید آج کل مناسب نہیں ہوگا۔ سائنسدانوں کی نسبت کاروباری لوگ زیادہ پُر خطر کام کر گزرتے ہیں اور اس ظاہری تضاد سے خوب واقف ہوتے ہیں کہ خطرات سے کھیلنے والا وہ شخص جو عافیت بھی چاہتا ہے اسے لا پروا نہیں بلکہ محتاط ہونا چاہیے۔ میں ایک طرح سے بہت قدامت پسند تھا اور اس میدان کے لئے ''ناموزوں'' تھا مگر اپنے آپ کو اس میدان کا ''پیشرو'' بنا ڈالا۔

درحقیقت ''پیچیدگی'' کا لفظ سائنس کی دنیا میں بہت دیر بعد آیا۔ چنانچہ میں ایک قدامت پسند عظیم خطرات مول لینے والے کی حیثیت سے ''مثالی کرداروں'' (role models) سے محروم رہ گیا۔ ہر رجحان کے خلاف چلتے ہوئے میں نے ان اُصولوں کی تلاش کے بارے سوچا بھی نہیں جن کی بنیاد پر کوئی ایسا نظریہ قائم کیا جا سکتا ہو جس کا اطلاق اوپر سے نیچے کی طرف کیا جا سکے۔ اس کے بجائے میں نے بظاہر محدود دکھائی دینے والے مسائل سے آغاز کیا۔ ان پر کام کی ابتدا احتیاط سے کی اور چھوٹے چھوٹے قدم اٹھاتا ہوا بڑے اقدام تک پہنچ گیا۔ میرے کام کا سب سے نمایاں پہلو یہ ہے کہ میں نے حقیقی دنیا کی پیچیدگی کو کبھی کم تر نہیں جانا اور شروع سے ہی اس کو بغیر تحریف کئے آسان بنایا، جس کے لئے نہایت واضح نظر آنے والے پہلوؤں کو زیادہ توجہ دی مثلاً ناہمواری (roughness) اور ریزگی (fragmentation)۔ اس محدودیت کے باوجود بہت سا کام انجام پا گیا تھا، لیکن ابھی بہت سا کام ہونا باقی ہے کیونکہ ناہمواری ہر جگہ مکمل طور پر موجود ہے اور اکثر حقیقت کو سمجھنے اور قابو پانے میں بنیادی رکاوٹ یہی ہوتی ہے۔

ناہمواری کے ابتدائی نظریے کے لیے لاطینی لغت کی ورق گردانی کرتے ہوئے میں نے ایک نئی اصطلاح گھڑی یعنی ''فریکٹل جیومیٹری'' (fractal geometry)۔ اس کی ترقی کسی کی بھی سوچ سے بالاتر نکلی۔

اس نے نظریاتی ریاضی کے وہ سوال اُٹھائے جو ماہرین کو مسحور کر لیتے ہیں، ان کے لیے چیلنج بن جاتے ہیں اور عموماً انھیں اِن کے حل سے مایوس کر دیتے ہیں۔ اس نے یہ اُمید بھی پیدا کی کہ وزن، حرکت، روشنی اور آواز جیسے طبیعیات کے معروف مضامین کی طرح جلد ہی ناہمواری کی طبیعیات کا مضمون بھی نمودار ہو جائے گا۔ فریکٹل جیومیٹری نے طبیعی جھرمٹوں (physical clusters) کی پیچیدگی کو آسان بنا دیا ہے۔ مالیاتی نظام میں قیمتوں کے اُتار چڑھاؤ کا ماڈل بنانے کے لئے یہ طریقہ کسی بھی دوسرے طریقے کی نسبت حقیقت سے زیادہ قریب ہے۔ اس نے ارضی سائنسوں کو ایک اہم موضوع فراہم کر دیا۔ اس نے حیران کن اشکال (graphics) کو جنم دیا۔ اس نے ان جزویات (fractality) کی دریافت تک راہنمائی کی جو زمانہ قدیم سے فنون لطیفہ اور فن تعمیر میں تو شامل رہی ہیں مگر جنھیں اس سے پہلے کسی نے اہمیت نہیں دی تھی۔

ان سرگرمیوں میں میرا طویل سفر دشوار اور عموماً تنہا لیکن پر جوش گزرتا رہا۔ اگر مجھے دوبارہ موقع ملے تو کیا میں یہی کام کرنا پسند کروں گا؟ ہاں، لیکن کسی کو بھی وہی موقع دوبارہ نہیں ملتا۔ پھر کیا دوسروں کو اس کو دہرانے کی کوشش کرنی چاہیے؟ یقیناً نہیں، مگر اس سفر سے مجھے جو دو سبق ملے ہیں، میں ان میں آپ کو شریک کرنا چاہوں گا۔ جو لوگ افرادی قوت کی مستقبل کی ضرورتوں کے متعلق پیش گوئی کرتے ہیں وہ یکطرفہ سوچ کے مالک ہوتے ہیں۔ انھیں حقائق کی پوری آگاہی نہیں ہوتی اور وہ شاذ و نادر ہی درست ہوتے ہیں۔ ان کے مشورے پر عمل کرنے کے لئے اپنے راستوں کو محدود کر لینا ہی بظاہر سب سے محفوظ راستہ ہوتا ہے لیکن درحقیقت سب سے خطرناک۔ مجھے دوسرا سبق یہ ملا کہ اپنی تکنیکی مہارت کی تکمیل کی کوشش اور اپنے کام سے لگن ہی بہترین آغاز فراہم کرتی ہیں بشرطیکہ آپ کی مہارتیں کم ہونے کی بجائے بڑھتی چلی جائیں۔ جب آپ کو اپنی پسندیدہ سائنس کی تعلیم حاصل ہو جائے تو آپ آسانی کے ساتھ سائنس کے کسی دوسرے موضوع کو منتخب کر سکتے ہیں یا کوئی دوسرا راستہ اختیار کر سکتے ہیں لیکن آپ پھر کبھی سائنس کی انتہاؤں کو نہیں چھو سکتے۔ کیا آپ چاہتے ہیں کہ آپ کی زندگی کسی تبدیلی کا پیش خیمہ ہو؟ تو یہ سمجھ لیجیے کہ معاشرے کے دوسرے پہلوؤں کی طرح سائنس کو پہلے سے بھی زیادہ ایسے چاہنے والے نوجوانوں کی ضرورت ہے جو اپنے ذاتی اطمینان اور نسل انسانی کی اخلاقی بہبود کی خاطر اپنے وسیع علم کو استعمال کرتے ہوئے بڑے خطرات مول لینے کو تیار ہوں۔

حواشی

* **تعارف:** بینوا ماندلبغو (Benoit Mandelbrot) 2010ء–1924ء وارسا کے ایک یہودی خاندان میں پیدا ہوئے۔ اُن کے والد کپڑے کا کاروبار کرتے تھے۔ پولینڈ پر جرمنی کے قبضے کے خطرے کے پیش نظر یہ خاندان 1936ء میں فرانس آ گیا۔ اُن کے دو چچا ریاضی دان تھے۔ جن کی وجہ سے انھیں بھی ریاضی کا شوق ہوا۔ 1947ء سے 1994ء تک اُنھوں نے امریکا کی کیلیفورنیا انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی میں تعلیم حاصل کی۔ ماندلبغو نے ریاضی کی نئی جہتیں متعارف کروائیں۔ انھیں فریکٹل جیومیٹری (Fractal Geometry) کا بانی کہا جاتا ہے۔ وہ کمپیوٹر بنانے والے ادارے آئی بی ایم کے ساتھ پینتیس برس تک وابستہ رہے۔

تحقیق کا تعلق مکمل آزادی سے ہے

(Research is About Total Freedom)

ممبلی کالاتھل جی۔ کے۔ مینن*

(Mambillikalathil G.K. Menon)

نئی دہلی، بھارت

(New Delhi, India)



© Courtesy of Mambillikalathil G.K. Menon

جب میں نوعمر تھا تو یہ انتخاب کرنے کے لیے کہ میں اپنی زندگی میں کیا کروں گا میرے پیش نظر بہت سے پیشوں کے امکانات تھے۔ میں سائنس، ڈاکٹری، قانون، تاریخ، انتظامیہ (administration)، کاروباری انتظام (business management) میں سے کسی راستے کو بھی چن سکتا تھا۔ سائنس کو اختیار کرنے کا مصمم ارادہ پروفیسر سی وی رامن (C.V. Raman)[i] سے ایک اتفاقی ملاقات کا نتیجہ تھا جو اُس وقت ہوئی جب میری عمر تقریباً 16 سال تھی۔ پروفیسر رامن کو اپنی اُس دریافت پر، جواب رامن اثر (Raman Effect) کے نام سے جانی جاتی ہے، نوبل انعام مل چکا تھا۔ رامن بڑے زندہ دل اور پُر جوش انسان تھے۔ انھوں نے مجھ سے کہا کہ زندگی میں سائنس کا پیشہ اختیار کرنے سے زیادہ پُر لطف اور کچھ نہیں۔ میں اس ملاقات سے اتنا متاثر ہوا کہ میں نے ان کا مشورہ ماننے کا فیصلہ کرلیا۔ یہ فیصلہ اس لیے بھی کیا کہ میں سائنس کے مضامین میں اچھے نمبر لیتا تھا اور مجھے سائنس مسحور کن لگتی تھی۔ میں ہمیشہ پوچھا کرتا تھا: ''ایسا کیوں ہے؟''۔ ان ایام کی یادیں جب مجھے پہلے پہل تحقیق سے متعارف کرایا گیا اب بھی تازہ ہیں۔ مجھے پڑھنے کی مکمل آزادی تھی تا کہ میں سائنس کے مختلف شعبوں کے بارے میں سیکھ سکوں، خصوصاً، تجرباتی طبیعیات اور لیبارٹری کو برتنے کا فن سیکھنے کی مشقت میرا سرمایہ ہیں۔

میں خوش قسمت تھا کہ مجھے ابتدائی مرحلے میں ہی سیسل پاول (Cecil Powel) نے برطانیہ کی برسٹل یونیورسٹی (Bristol University) میں قائم اپنی تجربہ گاہ میں کام کرنے کی اجازت دے دی۔ میں نے

انھیں اپنے ہاتھ سے لکھا ہوا خط بھیجا تھا جس میں، میں نے لکھا تھا کہ برطانوی جریدے نیچر (Nature) میں ان کے مقالے سے میں بہت متاثر ہوا ہوں۔ اس کے ساتھ ہی میں نے ان سے درخواست کی کہ وہ مجھے اپنے ساتھ کام کرنے کا موقع دیں۔ سیسل پاول کو ان کے اسی کام پر بعد میں نوبل انعام ملا۔ مجھے فوراً ہاتھ سے لکھا ہوا جوابی خط مل گیا جس میں انھوں نے میری درخواست کو قبول کیا تھا—— اُس وقت یہ کام آسانی سے ہو گیا، جبکہ آج کل داخلے کے لیے مشکل طریق کار سے گزرنا پڑتا ہے۔ برسٹل بڑی پُر جوش جگہ تھی۔ وہاں جو گروپ کام کر رہا تھا اس میں ویسا ہی کامیابی پانے کا جذبہ تھا جیسا نوجوان کھلاڑیوں کی ٹیم میں ہوتا ہے، جہاں ہر ایک یہی سمجھتا ہے کہ ہم سب سے آگے اور بہتر ہیں۔

پاول گروپ کے علاوہ جس کے متعلق یہ تسلیم کیا جاتا تھا کہ یہ اپنی تحقیق کے شعبے میں دنیا بھر میں سب سے آگے ہے، وہاں ٹھوس مادے کی طبیعیات کا نیول موٹ (Neville Mott) اور چارلس فرینک (Charles Frank) کی سربراہی میں ایک اور زبردست گروپ بھی کام کر رہا تھا۔ پاول گروپ کے ساتھ چھ سالوں کے دوران مجھے سائنسی دریافتوں کے کئی دلچسپ مرحلے میسر آئے۔ بنیادی طور پر ان کا تعلق ان مختلف طریقوں کی پہلی بار دریافت سے تھا جن کے ذریعے کے۔ میزون نامی ذرّے (K. Mesons) یا بھاری میزون ٹوٹ کر ثانوی ذرات میں بدل جاتے ہیں۔ پاول گروپ اس سے پہلے ایملشن[(ii)] (emulsion) کو استعمال کرتے ہوئے یہ دریافت کر چکا تھا کہ ٹاؤ میزون (tau-meson) جب انحطاط پذیر (decay) ہوتا ہے تو وہ تین مختلف برقی بار والے پائی میزونوں (pi-mesons) میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ تحقیق میں میری پہلی شمولیت اس دریافت سے متعلق تھی کہ جب ایک ذرہ نیوکلیائی ایملشن (nuclear emuslion) میں چلتے ہوئے رک گیا اور بلند توانائی والے اکلوتے ثانوی ذرے کو جنم دیا تو یہ ابتدائی ذرہ ایک بھاری میزون تھا، جس کی کمیت پائی میزون کی کمیت سے چار گنا زیادہ تھی۔ میری دوسری تحقیق اس مشاہدے پر مبنی تھی کہ جب بھاری میزون کے انحطاط پذیر ہونے سے نکلنے والے ثانوی ذروں کی کمیت ماپی گئی تو پتہ چلا کہ بعض حالتوں میں وہ میو میزون (mu-mesons) تھے اور بعض میں پائی میزون۔ تاہم جب وہ میو میزون ہوتے ہیں تو (مختلف انحطاطی وقوعات میں) ان کی توانائیاں ایک دوسرے سے مختلف ہوتی ہیں اور جب وہ پائی میزون ہوتے ہیں تو ان سب کی توانائیاں (ہر وقوعہ میں) ایک جیسی ہوتی ہیں۔ یوں پائی میزونوں کے اخراج واضح طور پر بھاری میزون کے دو جسمی انحطاط پذیری (two body decay) کی نمائندگی کرتے ہیں۔ اگر بغیر بار والے ثانوی ذرے کے متعلق یہ فرض کر لیا جائے کہ وہ پائی صفر میزون (pi-zero-meson) ہے تب اسے پیدا کرنے والے کی کمیت ٹاؤ میزون کے برابر ہو سکتی ہے۔ یہ اس مسحور کن تحقیقی میدان کی ابتدائی کہانیاں ہیں جس نے آگے چل کر بے شمار کہانیوں کو جنم

دیا، جیسے ٹاؤتھیٹا معمہ (tau-theta puzzle)، کمزور تعامل میں پیریٹی کی خلاف ورزی (parity violation) کی ضرورت (لی اور یانگ (Lee and Yang) والی)، دائیں ہاتھ اور بائیں ہاتھ والے نیوٹرینوز (right handed and left handed neutrinos)۔ ان سب نے کمزور باہمی تعامل (weak interactions) کے متعلق بڑے گہرے مسائل کو کھڑا کر دیا تھا جو بالآخر ڈاکٹر عبدالسلام کے کمزور جوہری و برقی اتحاد (electroweak unification) کے اس کام پر منتج ہوا جس میں وائن برگ (Weinberg) اور گلیشو (Glashow) بھی شامل تھے۔ یہ تمام دریافتیں اگلے تیس برسوں میں تیزی کے ساتھ رونما ہوئیں اور یہ میرے لیے بڑے اعزاز کی بات تھی کہ مجھے ان عظیم سائنسدانوں سے ذاتی سطح پر رابطے کا موقع ملا جنھوں نے ان دریافتوں میں کلیدی کردار ادا کیا ہے۔

ہمارے ہی گروپ نے سب سے پہلے یہ ثابت کیا کہ بھاری میزون کے انحطاط پذیری کے عمل میں ثانوی ذرات میں الیکٹرون بھی موجود ہوتے ہیں۔ یوں ثابت ہوا کہ بھاری میزان کے انحطاط کے کئی طریقے ہیں۔اس کے دوجسمی اور سہ جسمی انحطاط سے میو میزون اور پائی میزون جبکہ سہ جسمی انحطاط سے الیکٹرون بھی پیدا ہوتے ہیں۔ہم نے یہ بھی دریافت کیا کہ جب بھاری میزون ایملشن میں چلتے چلتے رک جاتا ہے تو وہ کوئی تعامل نہیں کرتا حالانکہ اس صورت میں پائی میزون تعامل کرتے ہیں۔اس خصوصیت کی وجہ سے اور ان کی بعض دوسری خصوصیات کی بدولت بھاری میزون کو ''عجیب'' ذرات (strange particles) کا نام دیا گیا ہے۔انھیں امریکی طبیعیات دان مرے گیل مین (Murray Gell Mann) نے ایک کوانٹم نمبر دیا ہے جسے سٹرینج نیس کوانٹم نمبر (strangeness quantum number) کہتے ہیں۔ان ابتدائی دریافتوں میں سے کئی ایک کی نہ صرف تصدیق بلکہ مزید وضاحت اس کام سے ہوئی جو ایملشن کے اس بہت بڑے شناس کنندہ (detector) کے ذریعے کیا گیا جس کے پشتہ (stack) کا حجم پندرہ لٹر تھا۔ یہ کام ایملشن کی چار سو مائیکرون (micron) باریک شیٹ سے بنے شناس کنندہ سے شروع کیا گیا جو بڑھتے بڑھتے 15 لٹر تک جا پہنچی۔ جلد ہی یہ بات واضح ہوگئی کہ ایملشن تکنیک کی کچھ حدود ہیں۔مزید برآں آفاقی شعاعوں کی بہت کم مقدار سے بھی اس خیال کو تقویت ملی کہ اس موضوع پر مزید کام اسراع کار (accelerator) کے ذریعے ہی کیا جا سکتا ہے۔

برسٹل میں چھ ہنگامہ خیز برس گزارنے کے بعد میں 1955ء میں واپس بھارت آ کر ممبئی کے ٹاٹا انسٹی ٹیوٹ آف فنڈامینٹل ریسرچ (TIFR-Tata Institute of Fundamental Research) سے وابستہ ہوگیا۔اس وقت تک میں نے فیصلہ کر لیا تھا کہ اپنے ملک میں رہنا اور کام کرنا میری ذمہ داری ہے اور مجھے

یہ ثابت کرنا ہے کہ اگر ہمیں موقع میسر آ جائے تو ہم نئے اُبھرتے ہوئے شعبوں میں بھی عالمی معیار کا کام کر سکتے ہیں۔

ٹاٹا انسٹی ٹیوٹ میں تحقیق کا کام دو سمتوں میں ہو رہا تھا۔ پہلی سمت یہ تھی کہ پلاسٹک کے بہت بڑے بڑے غبارے بنانے اور اُنہیں اُڑانے کی ٹیکنالوجی پر عبور حاصل کیا جائے اور ان کے ذریعے کُرۂ باد کے بالائی حصے کے قریب پہنچ کر کائناتی شعاعوں کا مطالعہ کیا جائے۔ اس کام میں کامیابی حاصل کرنے سے پہلے کے چند سال کی داستان ایک سکول کے بچے جیسی مہم جوئی معلوم ہوتی ہے۔ اس میں ایسی بے شمار حکایتیں ہیں جو یہ ظاہر کرتی ہیں کہ سائنس ایک دلچسپ کھیل ہے۔ تب سے اب تک ہمیں شاندار کامیابی حاصل ہوئی ہے۔ اب ہم اتنے بڑے غبارے بنا سکتے ہیں جن کا حجم تین کروڑ مکعب فٹ ہو۔ وہ کئی ٹن وزنی شناس کنندہ آلات (detectors) کے ساتھ کُرۂ باد کی بالائی سطح کے قریب تیر سکتے ہیں اور انہیں کائناتی شعاعوں اور فلکیاتی ایکس ریز، زیریں سرخ (infrared) اور گاما شعاعوں (gamma rays) کا مطالعہ کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

ہماری تحقیق کی دوسری سمت کا تعلق ایسے مظاہر سے تھا جن کے مطالعہ کے لیے برقیاتی شناس کنندہ کو رفتہ رفتہ زمین کے اندر زیادہ گہرائی تک لے جانا تھا۔ ہم نے یہ کام بہت گہری سونے کی کانوں میں کیا، جہاں زمین کی سطح سے دو میل نیچے کی گہرائی میسر تھی۔ اس جوش اور جذبے کو میں آج بھی محسوس کرتا ہوں جب ہمارے آلات آبی مترادف (water equivalent) کے لحاظ سے 8400 میٹر کی انتہائی گہرائی تک پہنچے تو ہمارے شناس کنندہ نے کوئی گنتی (count) ریکارڈ نہ کی۔ اس سے ہم نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ اب یہ ممکن ہے کہ ہم قدرتی نیوٹرینوز کے تعامل کا سراغ لگا سکیں۔ اس کام کا پہلے پہل مقصد تو یہ تھا کہ آفاقی شعاعوں کی مقدار کو زمین میں مختلف گہرائیوں تک پرکھا جائے، لیکن ہم اس سے ایک قدم آگے بڑھ گئے اور ہم نے قدرتی نیوٹرینوز کے تعامل کا مطالعہ بھی شروع کر دیا۔ شاید ہم اس طبیعیات اور فلکی طبیعیات تک پہنچ گئے تھے جو خلا سے آنے والے نیوٹرینوز کے مطالعے سے سامنے آ سکتی تھی۔ اس میں کچھ کلام نہیں کہ ٹی آئی ایف آر (TIFR) اوساکا (Osaka) اور ڈرہم (Durham) کے باہمی اشتراک نے بڑے بڑے شناس کنندہ (large detector) بہت گہرائی پر استعمال کرتے ہوئے سب سے پہلے قدرتی نیوٹرینوز کے تعامل کا پتہ چلایا۔

مجھے یاد ہے کہ میں اور عبدالسلام، اقوام متحدہ کے نیویارک میں ہونے والے ایک اجلاس کے دوران جہاں ہم دونوں بور ہو رہے تھے، پروٹون کے انحطاط (proton decay) کا کھوج لگانے کے امکانات پر تبادلۂ خیال کرنے لگے۔ اگر یہ پتہ چل جائے تو اس سے کمزور برقی تعامل اور طاقتور تعامل کے اتحاد

(unification of electroweak with strong interaction) سے ایک شاندار نئے باب کا آغاز ہوسکتا ہے۔ چند سادہ نظریات میں پروٹون کے عرصۂ حیات کے متعلق 10^{29} سال کی پیش گوئی کی گئی ہے۔ عبدالسلام یہ جاننا چاہتے تھے کہ اگر اسی عرصۂ حیات کو مان لیا جائے تو کیا پروٹون کے انحطاط کے عمل کا سراغ لگایا جا سکتا ہے۔ ایک لفافے کی پشت پر سادہ حساب کتاب سے پتا چلا کہ اگر شناس کنندہ سوٹن مادے پر مشتمل ہوتو سراغ لگانا یقیناً ممکن ہے۔ اس مرحلے پر TIFR میں میرے ساتھی اور جاپان سے آئے ہوئے دوست بھی ان امکانات پر غور کر رہے تھے۔ چنانچہ ہم نے وہ تجربہ شروع کیا جو دنیا بھر میں پہلی بار خصوصی طور پر پروٹون کے انحطاط کے عمل کی تلاش کے لیے تھا۔ اگرچہ پروٹون کے انحطاط (proton decay) کا سراغ تو نہیں ملا، مگر جو بڑے بڑے شناس کنندہ ہم نے استعمال کیے اُن سے نیوٹرینو طبیعیات اور فلکی طبیعیات (astrophysics) کے ان حصوں کے متعلق مکمل طور پر ایک نئی بصیرت حاصل ہوئی جس کی توقع ہی نہیں کی جا رہی تھی۔

میری ذاتی تحقیق نے غیر متوقع مشاہدات کے انمول مواقع فراہم کیے اور یہ ایک عظیم تجربہ ہے جب ہم دیکھتے ہیں کہ کئی چھوٹی چھوٹی ابتدائی کاوشیں قدرت کے بارے میں حیران کن فہم فراہم کرتی ہیں۔ یہ سب کچھ دنیا بھر میں پھیلے ہوئے لاتعداد سائنسدانوں کے کام سے ممکن ہوا ہے اور ان میں بہت سے سائنسدان بڑے بلند پایہ تھے۔ اس سائنسی ترقی کے دوران بہت سے عظیم سائنسدانوں کے ساتھ ذاتی طور پر ملنے اور کام کرنے سے جو خوشی اور مسرت حاصل ہوئی وہ بہت کمال کی تھی۔

میرے لیے سائنس اس لیے بھی اہم ہے کہ اس کا اپنا ایک کلچر ہے۔ یہ دنیا کو عقل وفہم اور بامقصد انداز سے دیکھتی ہے اور شفافیت، صاف گوئی اور دوستی اس کی روح میں شامل ہے۔ پچھلی نصف صدی سے ہم نے دیکھا کہ کئی پہلوؤں سے سائنسی دریافتوں کے اطلاق اور ٹیکنالوجی نے دنیا کو بہت زیادہ بدل کر رکھ دیا ہے۔ میں یوں بھی خوش قسمت تھا کہ میں اپنے ملک کے بے شمار سائنسدانوں کو ذراتی طبیعیات کے نئے شعبوں، فلکیات، نئے علم حیاتیات، الیکٹرانکس، انفارمیشن ٹیکنالوجی، پائیدار ترقی اور دوسرے شعبوں میں آگے بڑھنے کے مواقع فراہم کر سکا۔ ان میں سے کچھ کا تعلق ''نیلے آسمانوں'' پر تحقیق (یعنی بنیادی سائنس) سے تھا لیکن بہت سی تحقیقات کا تعلق ملک کی بہت بڑی آبادی کی فلاح و بہبود کے ان امکانات سے تھا جو سائنسی ترقی پر منحصر تھے۔

سائنس حقیقی معنوں میں بہت پُر لطف ہوتی ہے اور میں اس بات کے لئے شکر گزار ہوں کہ مجھے سائنس سے وابستہ ہونے کا موقع ملا۔

حواشی

* **تعارف:** ایم کے جی مینن (پیدائش 1928ء) بھارتی طبعیات دان ہیں اور انھوں نے پچھلے چالیس برسوں کے دوران بھارت میں سائنس اور ٹیکنالوجی کی ترقی کے لیے نمایاں کردار ادا کیا ہے۔ ان کی وجہ شہرت میں بنیادی ذرات کی خصوصیات جاننے کے لیے کائناتی شعاعوں کا مطالعہ خاص طور پر قدرتی نیوٹرینوز کے مشاہدے کے لئے زیر زمین تجربات شامل ہیں۔

(i)۔ چندراشیکھرا وینکٹ رامن (Sir Chandrasekhara Venkata Raman) 1888ء-1970ء بھارت کے مایہ ناز سائنسدان تھے۔ انھوں نے دریافت کیا کہ روشنی کی شعاعیں کسی شفاف چیز میں سے گزرتی ہیں تو جب منتشر ہوجاتی ہیں تو ان منتشر شدہ شعاعوں میں سے اکثریت کی طول موج تبدیل نہیں ہوتی لیکن چند شعاعوں کی طول موج تبدیل ہوجاتی ہیں (عام طور پر بڑھ جاتی ہے)۔ ان کی یہی دریافت بعد میں رامن اثر (Raman Effect) کے نام سے پہچانی گئی۔ اس پر انھیں 1930ء میں نوبل انعام ملا۔ انھوں نے 1932ء میں بھگوانتم (Bhagavantam) کے ساتھ مل کر کوانٹم فوٹون سپن دریافت کی جس سے روشنی کی ماہیت کے کوانٹم نظریے کی تصدیق ہوئی۔ پھر وہ آواز کی لہروں سے روشنی کے منتشر ہونے کا نظریہ لائے۔ اُن کی سائنسی خدمات میں سے ایک کرناٹک کے شہر بنگلور میں رامن تحقیقاتی ادارے (Raman Research Institute) کا قیام ہے جو بھارت میں سائنس کی ترقی کے لیے اہم کردار ادا کر رہا ہے۔

(ii)۔ ایملشن (Emulsion) برق بار ذرات کی موجودگی اور اُن کی توانائی کی شناخت کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ عام فوٹو گرافی کی فلم کی طرح سلور ہیلائڈ (Silver Halid) پر مشتمل دبیز تہہ کی شکل میں ہوتا ہے اور خصوصی کیمیائی طریقوں سے اس کے اندر ذرات کے گزرنے کے راستے کو ایک لکیر کی صورت میں اجاگر کیا جا سکتا ہے۔ جسے خوردبین کی مدد سے دیکھا جاتا ہے۔

سیال حرکیات کے ساتھ عمر بھر کا تعلق

(A Lifelong Affair with Fluid Dynamics)

کیتھ موفیٹ *

(Keith Moffatt)

ٹرینٹی کالج، کیمبرج، برطانیہ

(Trinity College, Cambridge, UK)



© Courtesy of Penelope Moffatt

مجھے بچپن میں ہمیشہ ریاضی کے معمّے حل کرنے میں مزہ آتا تھا اور اِس کے محرّک میرے والد صاحب تھے، جنہیں خود بھی ریاضی کا مضمون بہت پسند تھا۔

بارہ سال کی عمر میں حل کرنے کے لیے ملنے والی ایک مساوات مجھے یاد ہے۔وہ یوں تھی کہ یہ تو ظاہر ہے کہ 24=8+8+8 اور $\left(9\times\sqrt{9}\right)-\sqrt{9}=24$ سوال یہ تھا کہ 9........1,2 تک صحیح اعداد میں سے ہر ایک عدد کو تین دفعہ اس طرح استعمال کیا جائے (نہ کم نہ زیادہ) کہ حاصل 24 آئے۔شرط یہ تھی کہ ہر عدد صرف تین دفعہ ہی استعمال کیا جائے اور صرف حساب کی معیاری علامتیں استعمال ہوں۔آپ بھی اسے حل کرنے کی کوشش کریں۔آپ دیکھیں گے کہ کچھ اعداد کے لیے یہ کام نسبتاً مشکل ہے، لیکن سب اعداد سے اس کا حصول ممکن ہے۔

سکول میں مجھے ریاضی اس قدر پسند تھی کہ یونیورسٹی میں اس کے سوا کوئی اور مضمون لینے کا سوال ہی پیدا نہیں ہوتا تھا۔لیکن مجھے طبیعیات (physics) میں بھی دلچسپی تھی۔اس لیے میں نے یونیورسٹی میں داخلہ لیتے ہوئے اطلاقی ریاضی (Applied Mathematics) کا درمیانی راستہ اختیار کیا، جس میں ریاضی اور طبیعیات دونوں مضامین کے لیے مواقع موجود تھے۔اس کے بعد میں کیمبرج کے ٹرینٹی کالج (Trinity college) میں چلا گیا اور ایک سال تک کوانٹم میکانیات (quantum mechanics) کے اسرار و رموز میں سر کھپانے کے بعد مجھے احساس ہوا کہ میرا قدرتی رُحجان سیال حرکیات (fluid dynamics) کے کلاسیکی مضمون سے ہے۔ یہ ایک ایسا مضمون ہے جس میں ریاضی کا سیدھا سیدھا استعمال ہے اور اس کے فوری اور وسیع تر عملی اطلاق (practical

(applications) ہو سکتے ہیں۔ میرے لیے اس کے پُرکشش ہونے کی ایک وجہ یہ بھی تھی کہ آپ سیال (Fluid) کے بہاؤ کو دیکھ سکتے ہیں چاہے وہ سمندر کی لہریں ہوں یا ندی میں بہتی ہوئی شاخ یا ہوا کے دوش پر اُڑتا ہوا پرَ۔ یہ ایک ایسا پُر لطف احساس ہے جو کوانٹم میکانیات میں نہیں ملتا۔

میں خوش قسمت تھا کہ تحقیق کی ابتداء کے لیے مجھے جارج بیچلر(George Batchelor) کی رہنمائی حاصل ہوگئی۔ وہ متلاطم بہاؤ(turbulent flow) کے شماریاتی نظریے پر سب سے پہلے کام کرنے والے عظیم افراد میں سے ایک تھے۔ انھوں نے مجھے تحقیق میں خود احتسابی کی تعلیم دی، یعنی اپنے خیالات ونظریات پر بھی ویسے ہی تنقید کرو جیسے دوسروں کے نظریات پر کرتے ہو۔ تجربے کے ساتھ، آہستہ آہستہ میرے اندر اس مضمون کے بارے میں ایک وجدانی کیفیت پیدا ہوگئی، یعنی ایک جبلی احساس کہ مخصوص حالات میں ایک پیچیدہ سیال نظام کیا طرزِ عمل اختیار کرے گا۔ یہ شعور موزوں ریاضیاتی ماڈلز کا انتخاب کرنے اور انھیں بہتر بنانے کے لیے بنیادی رہنمائی فراہم کرتا ہے جنھیں سخت ریاضیاتی تجزیے سے گزارا جاسکتا ہے۔ اس طریقِ کار کا آخری امتحان نظریے اور تجربے کا آپس میں مقابلہ کرنا ہوتا ہے، جس کے نتیجے میں آپ کے طبعی ادراک میں مزید اضافہ ہوجاتا ہے۔

بیسویں صدی کے دوران ٹھوس اور مائع حالتوں کی نظریاتی اور تجرباتی میکانیات میں شہرت حاصل کرنے والے چند عظیم انسانوں میں سر جیفری ٹیلر(Sir Geoffrey Taylor) کا نام نمایاں ہے۔ وہ ٹرینٹی کالج کے فیلو تھے۔ ان کی وجۂ شہرت 1923ء میں کی گئی یہ دریافت تھی کہ ایک ہی محور کے گرد گھومنے والے دو سلنڈروں کے درمیان سیال میں گرداب پیدا ہوجاتے ہیں۔ یہ گرداب اب ٹیلر گرداب(Taylor vortices) کہلاتے ہیں۔ ان کے جاننے والے انھیں ادب اور پیار سے .G.T کہہ کر پکارتے تھے۔ 1960ء کی دہائی سے تمام عرصے تک بھی وہ تحقیق میں سرگرمی سے حصہ لیتے تھے جس کی وجہ سے کیمبرج میں اس گروپ میں کام کرنے والے نوجوانوں کو بہت جذبہ ملتا تھا۔ ان میں سیال میکانیات (fluid mechanics) کو سمجھنے کی کمال حد تک وجدانی صلاحیت پائی جاتی تھی اور وہ یہ ہنر بخوبی جانتے تھے کہ کس مظہر کی تحقیق کے لیے موزوں درجے کی ریاضی کیسے استعمال کرنی چاہئے۔ میں نے ان سے یہی سیکھا کہ خواہ مخواہ پیچیدہ ریاضی کو استعمال کرنے کا کوئی فائدہ نہیں۔ اصل بات یہ ہے کہ مظاہر فطرت کی سادگی کو سمجھا جائے، جسے عام طور پر سادہ ریاضی کے ذریعے بھی بیان کیا جاسکتا ہے۔ لیکن کسی مظہر کے کلیدی اصولوں کو شناخت کرنا اور اُن سے متعلقہ ریاضی کو سیال حرکیات کے رہبر اصولوں اور مساواتوں سے اخذ کرنا: ہاں یہی تو مسئلے کی جڑ ہے!

1962ء میں، میں نے پی ایچ ڈی کی ڈگری مقناطیسی سیال مادوں کے بہاؤ میں تلاطم (Magneto

(hydro dynamic turbulence) کے موضوع پر حاصل کی۔ یعنی ایسے سیال مادوں کے بہاؤ میں تلاطم جو برقی رو کے موصل ہوں (اس میں ایک طرف تو برق بار گیسیں، جبکہ دوسری طرف مائع دھاتیں شامل ہیں)۔ اس مضمون کا عملی اطلاق فلکیاتی طبیعیات، (astrophysics)، ارضی طبیعیات، (geophysics)، حرارتی نیوکلیائی انضمام کی طبیعیات، (thermo nuclear fusion physics) اور انجینئرنگ (engineering) میں ہوتا ہے۔ ایسے سیال میں مقناطیسی میدان اس طرح کا ہوتا ہے کہ مقناطیسی لکیریں (magnetic lines) تقریباً منجمد ہو جاتی ہیں جیسے انہیں لچکدار دھاگوں کی طرح سیال کے ذریعے منتقل کیا جارہا ہو جس کا تصور کچھ مشکل نہیں۔ اس کے ساتھ یہ لچکدار دھاگے سیال میں نفوذ بھی کرتے ہیں۔ اس طرح مقناطیسی لکیریں ٹوٹ جاتی ہیں اور پھر جڑ بھی جاتی ہیں، یعنی اپنا مقام بدلتی رہتی ہیں۔ یہ تصورات اب کافی مانوس لگتے ہیں، لیکن 1960ء کے اوائل میں انھیں سمجھنا اتنا آسان نہیں تھا اور ان کے مضمرات کسی بھی طور پوری طرح عیاں نہیں تھے۔ لہذا اس وقت کے سائنسدانوں کو بڑے چیلنجوں کا سامنا تھا۔ یہ میری خوش قسمتی تھی کہ سیال کی حرکت اور برقی مقناطیسیت (electro magnetism) کے درمیان باہمی تعامل کے شعبے سے میرا تعلق اس وقت قائم ہوا جب یہ نشوونما کے ابتدائی مراحل میں تھا۔ اس کے بعد بھی میں وقتاً فوقتاً اس شعبے کی طرف لوٹتا رہا ہوں۔

ابتدا ہی سے میں کیمبرج میں ریاضی ٹرائپوز[i] (tripos) کی تدریس میں شامل رہا ہوں اور پڑھانے کے اس عمل نے میری تحقیق پر بڑا گہرا اثر مرتب کیا۔ 1962ء میں، جب میں امتحان کے لیے ایک سوال بنا رہا تھا، تو میرے ذہن میں یہ خیال آیا کہ دو سخت سطحوں سے گھرے ہوئے کونے میں ایک گاڑھے مائع کا بہاؤ کیسا ہوگا۔ اس مسئلے کو حل کرنے سے ایک حیران کن اور غیر متوقع نتیجہ برآمد ہوا کہ ایک کونے میں ہونے والے ایسے بہاؤ میں بھنوروں (eddies) کا ایک لامحدود تسلسل ہوتا ہے۔ اس موضوع پر 1964ء میں میرا ایک تحقیقی مضمون شائع ہوا۔ پندرہ سال بعد 1979ء میں ان بھنوروں (eddies) کی تصدیق جاپان کے تانیڈا (Taneda) کے اُن تجربات نے فراہم کی جو بہاؤ کی ریاضی کے بصری متبادل (visualization) پر مشتمل تھے۔ اتنا زیادہ وقت گزرنے کے بعد ایک خالص نظریاتی پیش گوئی کی یوں تصدیق ہو جانا کتنا اطمینان بخش ہوتا ہے اسے بیان کرنا ممکن نہیں۔

اگرچہ میں تجرباتی سائنسدان نہیں ہوں مگر میں نے غیر پیشہ ورانہ انداز میں کچھ چھوٹے موٹے تجربات کیے ہیں۔ میں نے 1977ء میں ایک تجربے کو شائع بھی کیا۔ اس تجربے میں گولڈن سیرپ (golden syrup)[ii] جیسے گاڑھے مائع کی موٹی تہہ کو ایک ایسے افقی (horizontal) سلنڈر پر برابر پھیلا دیا گیا تھا جو اپنے محور پر گردش کر رہا تھا۔ اس مسئلے پر میری توجہ پہلی بار اس وقت مرکوز ہوئی جب 1974ء میں روسی سائنسدان پخنا

چیف (V. Pukhnachev) سیال مادّہ کی حرکیات پر لیکچر دے رہے تھے۔ یہ لیکچر نظریاتی طبیعیات کے عالمی مرکز (ICTP) میں اس موضوع پر ہونے والے گرمائی سکول کے دوران دیا گیا تھا۔ (اس سکول کی بدولت ہی سیال حرکیات کو نظریاتی طبیعیات کی ایک جائز اور ممتاز شاخ کے طور پر تسلیم کیا گیا)۔ اگر کوئی اس تجربے کو کرنا چاہے تو اسے بڑی خوشگوار حیرت کا سامنا کرنا پڑے گا۔ اس تجربے میں مائع خود کو سلنڈر کے گرد دائروں یا چھلوں (Rings) کی شکل میں منظّم کر لیتا ہے۔ جن کے درمیان قریب قریب یکساں فاصلہ ہوتا ہے۔ ہر ایک دائرے یا چھلے کی گہرائی کا تسلسل ایک نقطے پر ٹوٹ جاتا ہے اور یہ نقاط سلنڈر کے ساتھ گھومتے رہتے ہیں مگر ان کی رفتار سلنڈر کی رفتار سے کافی کم ہوتی ہے۔ یہ تجربہ گاڑھے مائع (viscous fluid) کے بہاؤ کے ان مختلف پہلوؤں کو اجاگر کرتا ہے جو سیال حرکیات میں مرکزی حیثیت کے حامل ہیں۔ مثلاً یکساں بہاؤ کی موجودگی، اس قسم کے بہاؤ کا متوازن ہونا، لہروں میں زبردست اتار چڑھاؤ، عدم تسلسل کا پیدا ہونا، دو دائروں کے درمیان کی خالی جگہ کے دونوں طرف ابھار نمایاں ہونا، یہ ایک ایسا مظہر ہے جو کہ حالیہ دنوں میں خورد بینی سطح پر (microscopic level) تیل اور سرکے (vinegar) جیسے سیال مادوں کا آمیزہ بنانے سے تعلق کے باعث بہت زیادہ دلچسپی کا حامل ہے۔ اگلی دفعہ جب آپ سلاد کی ڈریسنگ بنانے لگیں یا دہی میں شہد ڈال کر اسے ملانے کے لیے چمچہ ہلائیں تو آمیزش کے عمل کا تصور باندھنے سے، تیار ہونے والا آمیزہ زیادہ مزیدار لگے گا۔

حواشی

* **تعارف:** کیتھ موفیٹ (Keith Moffatt) (پیدائش 1935ء) سکاٹ لینڈ کے اطلاقی ریاضی دان ہیں۔ ان کی تحقیق کا مرکزی موضوع سیال حرکیات سے متعلق ہے، خاص طور پر مقناطیسی مائع کی حرکیات اور متلاطم بہاؤ۔ وہ برطانوی رائل سوسائٹی، ایڈنبرا رائل سوسائٹی اور امریکن فزیکل سوسائٹی کے فیلو ہیں۔

(i)۔ ٹرائی پاز (Tripos) کیمبرج یونیورسٹی کی خصوصی ڈگری ہے۔ دیکھئے صفحہ نمبر 6۔

(ii)۔ گولڈن سیرپ (Golden Syrup) چینی بنانے کے عمل کے دوران استعمال ہونے والا گاڑھا شیرہ۔

کسی اچھے گروپ میں شامل ہو جائیں

(Join a Good Group)

مارکوس موشنسکی *

(Marcos Moshinsky)

میکسیکو نیشنل یونیورسٹی، میکسیکو

(Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Mexico)



© Courtesy of Marcos Moshinsky

سائنس میں میری دلچسپی میری زندگی میں کافی دیر کے بعد شروع ہوئی کیونکہ میں پرائمری اور ہائی سکول کے ابتدائی دنوں میں محض ایک اوسط درجے کا طالب علم تھا۔ میرے والدین 1927ء میں روس سے ترک وطن کر کے آئے تھے اور میکسیکو میں آباد ہو گئے تھے۔ اگرچہ میرے والدین علم کے بہت مداح تھے مگر انھیں اپنے اخراجات اور گزر بسر کے لیے روزی کمانے سے ہی فرصت نہیں ملی اس لیے وہ ہائی سکول سے آگے اپنی تعلیم جاری نہ رکھ سکے۔

جب میں ثانوی تعلیم کے تیسرے سال میں پہنچا (جو کہ جونیئر ہائی سکول کا آخری سال تھا) تو وہاں ریاضی کے ایک پروفیسر صاحب تھے جن کی کلاس میں شامل ہونے کے لیے داخلہ کا امتحان دینا پڑتا تھا۔ میری حیرت کی اس وقت کوئی انتہا نہ رہی جب میں نے اس امتحان میں اپنی کلاس میں سب سے زیادہ نمبر لیے۔ اس کے نتیجے میں ریاضی میں میری دلچسپی بڑھ گئی اور میں نے دوسرے طلبہ کے مقابلے میں یہ کورس بہت پہلے مکمل کر لیا۔

اس کے بعد کے برسوں کی ہائی سکول کی تعلیم کے لیے میکسیکو میں اصول یہ تھا کہ طلبہ کو اپنی دلچسپی کے مضامین کا انتخاب کرنا ہوتا تھا تاکہ کچھ بنیادی تیاری کے ساتھ کالج میں ان کے لیے موزوں مضامین میں آگے بڑھنا آسان ہو جائے۔ میں نے یہ سوچ کر ریاضی اور طبیعیات کا انتخاب کیا کہ میں مستقبل میں انجینئرنگ کا پیشہ اپناؤں گا۔ پھر کچھ یوں ہوا کہ جب میں نے ہائی سکول کی تعلیم مکمل کر لی تو مجھے کوئی ایسی نفسیاتی بیماری ہو گئی جس کی ڈاکٹر صحیح تشخیص تو نہ کر سکے البتہ انھوں نے تجویز دی کہ میں ایک سال کے لیے پڑھائی

روک دوں تا کہ میرے دماغ پر دباؤ کم ہو سکے۔

اس طرح میں نے 1939ء کا ایک سال نیو یارک میں سویٹر بنانے والی ایک فیکٹری میں کام کرتے ہوئے گزارا۔ یہ فیکٹری براڈ وے کی بارھویں سٹریٹ میں تھی۔ اس کے ساتھ ساتھ میں نے اپنی انگریزی درست کرنے پر بھی کچھ وقت صرف کیا۔ دوسری جنگ عظیم کے آغاز پر جب میں میکسیکو واپس پہنچا تو مجھے پتا چلا کہ میکسیکو کی نیشنل یونیورسٹی (National University of Mexico) نے 1938ء سے سائنس کی فیکلٹی (Faculty of Sciences) قائم کر دی تھی، جس میں ریاضی اور طبیعیات کی تعلیم بھی دی جاتی تھی۔ چنانچہ میں نے 1940ء میں وہاں ان مضامین میں داخلہ لے لیا جن کا میں ذکر کر چکا ہوں۔ ابھی میں دوسرے ہی سال میں تھا کہ مجھے اسی یونیورسٹی کے طبیعیات کے ادارے (Institute of Physics) میں ریسرچ اسسٹنٹ مقرر کر دیا گیا۔ یہ ادارہ بھی 1938ء میں ہی قائم ہوا تھا۔

میرا پہلا کام کائناتی شعاعوں کو شمار کرنے والی مشین پر تھا کیونکہ ادارے کے ڈائریکٹر کا یہی شعبہ تھا۔ وہ خود ڈاکٹر مینویل سینڈوال ولارتا (Manuel Sandoval Vallarta) کے سابق طالب علم تھے جن کا شمار کائناتی شعاعوں پر تحقیق کرنے والے اولین سائنسدانوں میں ہوتا تھا۔ اس کام سے میری پڑھائی کا کوئی حرج نہیں ہوتا تھا۔ میں نے دونوں کام بخوبی انجام دیئے اور 1944ء میں مجھے بیچلرز کی ڈگری مل گئی۔ ان ہی دنوں تین ممتاز امریکی ریاضی دانوں نے، جن کے زیادہ تر طلبہ دوسری جنگ عظیم کے دوران مسلح افواج میں چلے گئے تھے، میکسیکو میں طویل وقت گزارا۔ یہ ریاضی دان جارج برخاف (George Birkhoff)، نوربرت وینر (Norbeert Wiener) اور سولومن لیفشٹز (Solomon Lefschetz) تھے۔ ان میں سے لیفشٹز نے جو پرنسٹن یونیورسٹی میں کام کرتے تھے، تجویز کیا کہ میں گریجویٹ سطح کی تعلیم ان کی یونیورسٹی میں یوجین وگنر (Eugene Wigner)[(i)] سے حاصل کروں۔ وگنر کا شمار اس وقت بھی ممتاز طبیعیات دانوں میں ہوتا تھا، بعد میں انھوں نے نوبل انعام بھی حاصل کیا۔ انھوں نے مجھے 1945ء کے اواخر میں پرنسٹن یونیورسٹی میں داخلہ لینے اور پھر اسی یونیورسٹی کی فیلوشپ حاصل کرنے میں میری مدد کی۔ میں نے پی ایچ ڈی یہیں سے 1949ء میں حاصل کی۔

اس زمانے میں پرنسٹن نظریاتی طبیعیات کے لیے نہ صرف اس لیے بہت معتبر اور ممتاز تھی کہ وہاں وگنر (Wigner)، وہیلر (Wheeler) اور برگمین (Bargman) جیسے عظیم پروفیسر پڑھاتے تھے بلکہ اس لیے بھی تھی کہ 1947ء میں رابرٹ اوپن ہائمر (Robert Oppenheimer) پرنسٹن میں واقع انسٹیٹیوٹ آف ایڈوانسڈ سٹڈی (Institute of Advanced Study) کے ڈائریکٹر ہو گئے تھے اور وہ اپنے ساتھ اس زمانے

کے چند بہترین طبیعیات دان اور ریاضی دان بھی لائے تھے۔ یہ ادارہ یونیورسٹی سے صرف ایک میل کے فاصلے پر تھا۔ اس اعتبار سے میں نے پرنسٹن میں جتنا وقت گزارا وہ بڑا مفید ثابت ہوا اور میکسکو واپسی پر میں نے میکسیکو کی نیشنل یونیورسٹی میں نظریاتی طبیعیات کو فروغ دینے میں کلیدی کردار ادا کیا۔

پرنسٹن میں اپنے قیام کے دوران مجھ پر یہ واضح ہو گیا تھا کہ آئندہ دنیا میں اقوام کی حیثیت اور مرتبے کا تعین ان کی صنعتوں یا ان کے اسلحہ کے ڈھیر سے نہیں بلکہ ان کے باشندوں کی سائنس میں علمی استعداد اور اس کے استعمال پر ہوگا۔ میکسیکو واپسی پر میں اپنے ہم وطنوں کو اس بات کا احساس دلانے کے ساتھ ساتھ ان کی سائنسی تعلیمات اور سائنس کا استعمال عام کرنا چاہتا تھا۔ اسی بات کو سامنے رکھتے ہوئے میں نے 40 سال سے زائد عرصے تک اپنی یونیورسٹی میں ہر سال ایک انڈر گریجویٹ اور ایک گریجویٹ کورس پڑھایا۔ پہلا کورس عموماً کوانٹم میکانیات (quantum mechanics) پر ہوتا تھا جسے میں عصر حاضر کی جدید طبیعیات میں بنیادی اہمیت کا حامل سمجھتا تھا جبکہ دوسرا کورس میری اس وقت کی ریسرچ سے متعلق ہوتا تھا۔

اس عرصے میں، میں نے بیچلر ڈگری کے لیے تقریباً تیس مقالات (thesis) میں اور پی ایچ ڈی کے لیے پندرہ مقالات (thesis) میں طلبہ کی راہنمائی کی اور اس دوران میری عالمی سطح پر ایک پہچان بھی بن گئی۔ اسی لیے بعد از ڈاکٹریٹ کے پندرہ سے زائد غیر ملکی طلبہ ایک سال یا اس سے زیادہ عرصے کے لیے میکسیکو آئے تاکہ وہ میرے ساتھ مل کر تحقیق کرسکیں۔ طبیعیات پر میرے دو سو پچھتر سے زائد مقالے مستند اور معروف عالمی جریدوں میں شائع ہوئے ہیں۔ اس کے علاوہ پانچ کتابیں بھی لکھیں اور اخبارات کے لیے خاص طور پر بے شمار مضمون تحریر کیے جن کا موضوع معاشرے پر سائنس اور تعلیم کے اثرات تھا۔

میری مستقل وابستگی ہمیشہ میکسیکو کی نیشنل یونیورسٹی کے ساتھ رہی، اگرچہ میں نے دوسرے کئی اداروں میں بھی کبھی ایک سال تک اور کبھی چند ہفتوں کے لیے کام کیا۔ مجھے کبھی یہ احساس نہیں ہوا کہ میکسیکو میں سائنسی کام کرتے ہوئے مجھے کسی دشواری کا سامنا کرنا پڑ رہا ہے۔ بلکہ یہ میرے لیے یوں فائدہ مند تھا کہ وہ مضامین جن پر ترقی یافتہ ملکوں میں بڑا شور اور غلغلہ رہتا ہے، ان مضامین پر کام کرنے کے لیے مجھ پر کوئی دباؤ نہیں تھا اور میں ان مضامین پر توجہ دے سکتا تھا جو میری نظر میں اہم تھے۔ حقیقت میں چند موضوع جنھیں میں اہم سمجھتا تھا اس وقت دوسروں کی نظر میں بھی اہمیت پذیر ہوئے جب میرا کوئی مقالہ اس موضوع پر شائع ہوا۔ مثلاً کوانٹم میکانیات میں کونانیکل ٹرانسفرمیشن کے تشاکل کا کردار (Role of Symmetries of Canonical Transformation in Quantum Mechanics)، نیوکلیائی ساخت (nuclear structure) کا آسان طریقے سے تخمینہ لگانے کے لیے ہارمانک آسیلیٹر ٹرانسفرمیشن بریکیٹس (Harmanic Oscillator

(brackets کا استعمال؛ اضافیاتی کثیر جسمی مسئلہ اور ڈیراک آسیلیٹر (the relativistic many body Problem and The Dirac Osillator)۔

نوجوان طبیعیات دانوں کو اور ان نوجوان سائنسدانوں کو جن کا شعبہ چاہے کوئی بھی ہو میرا مشورہ یہ نہیں ہے کہ وہ آئن سٹائن کی طرح تعلیمی اداروں کے دباؤ اور توجہ ہٹانے والے مسائل سے دور جا کر کسی لائٹ ہاؤس(ii) میں بیٹھ کر کام کریں بلکہ میرا مشورہ یہ ہے کہ وہ ایسی یونیورسٹی یا تحقیقی گروپ کا انتخاب کریں جو ابھی اوائلی سطح پر ہو، تاکہ اس میں شامل ہو کر اسے اوّل درجے کے ادارے میں بدلنے کے لیے مددگار ثابت ہو سکیں۔

حواشی

* **تعارف:** مارکوس موشنسکی (Marcos Moshinsky) 1921ء-2009ء میکسیکو کے یوکرین نژاد طبیعیات دان تھے انھوں نے بنیادی ذرات (Elementary Particles) کی طبیعیات پر کام کر کے کئی انعامات حاصل کیے۔ 1967ء میں انھیں میکسیکو کی فزکس سوسائٹی کا صدر بھی چنا گیا۔ انھوں نے تکنیکی مقالوں کے علاوہ پانچ کتابیں بھی لکھیں۔

(i)۔ یوجین وگنر (Eugene Wigner) 1902ء-1995ء ہنگری نژاد امریکی نظریاتی طبیعیات دان تھے۔ انھوں نے ایٹمی مرکزے کی ساخت اور بنیادی ذرات کی تحقیق میں تشاکل کے نظریہ کا استعمال کیا۔ جس پر انھیں 1963ء میں نوبل انعام ملا۔

(ii)۔ آئن سٹائن (Einstein) نے اپنی خودنوشت سوانح حیات کی طرز پر لکھے ہوئے ایک مضمون میں یہ ذکر کیا تھا کہ تخلیقی ذہن کو تنہائی میں کام کرنے سے جلا ملتی ہے۔ ایسی مکمل تنہائی جو سمندری جہازوں کی راہنمائی کے لیے لگائے جانے والے روشنی کے ساحلی برجوں (light house) پر ملازمت کرنے والوں کو میسر ہوتی ہے۔

میری سائنسی زندگی
(My Scientific Life)

ڈیوڈ بی۔ ممفورڈ*
(David B. Mumford)
براؤن یونیورسٹی، امریکا
(Brown University, USA)


© Courtesy of David B. Mumford

زندگی کے متعلق بعض فیصلے خود بخود قدرتی طور پر ہو جاتے ہیں اور آپ کو اپنی روح کو ٹٹولنے کا وقت ہی نہیں ملتا۔ جبکہ کچھ فیصلے کرنے میں برسوں لگ جاتے ہیں اور ایسا بھی ہوتا ہے کہ ایک مدت گزر جانے کے بعد بھی یہ فیصلے ذاتی پسند کی بنیاد پر نہیں ہوتے بلکہ حالات کے تابع ہوتے ہیں۔ میں خوش قسمت تھا کہ میرے لیے سائنس کا انتخاب کرنا اس لیے کبھی کوئی مسئلہ نہیں رہا کیونکہ میں شروع سے ہی یہ جاننا چاہتا تھا کہ یہ دنیا کیسے کام کرتی ہے۔ اس حقیقت کو جاننے کا موثر ترین جادوئی ذریعہ سائنس ہی تھا۔ اس کا ایک اور سبب یہ تھا کہ جب میں نوعمر تھا تو میں نے ایک مرتبہ اپنے خاندان کے دیرینہ مصور دوست کو مصوری کرتے ہوئے روک کر پوچھا تھا کہ وہ کس کے لیے یہ کام کر رہا تھا۔ اس نے جواب دیا ''اپنے لیے''۔ یہ بات میرے دل کو لگی۔ میں نے سوچا کہ کوئی کسی دوسرے کے لیے کیوں کام کرے جبکہ وہ اپنا پسندیدہ کام کر کے بھی معاوضہ حاصل کر سکتا ہے۔ اس سوچ کے کئی پہلو ہیں جو مجھ پر آہستہ آہستہ آشکار ہوئے۔ ایک اہم پہلو یہ بھی ہے کہ اگر آپ اوروں کے لیے کام کر رہے ہیں تو اس کام کو مکمل کرنے کا ایک وقت مقرر ہو گا جس کے بعد وہ نتائج دیکھنے کے خواہش مند ہوں گے۔ اگر آپ اپنے لیے کام کر رہے ہیں تو کام مکمل ہونے میں آپ دس سال یا پوری زندگی بھی لگا سکتے ہیں۔ ان دو صورتوں میں پیش آمدہ وقت کے پیمانوں کو مدِ نظر رکھیں تو یہ آپ کو مختلف سمتوں میں لے جائیں گے۔ برطانوی ریاضی دان اینڈریو وائلز (Andrew Wiles) جس نے فرما (Fermat) کے مفروضوں کو درست ثابت کیا تھا اپنے گھر کے بالا خانے میں دس سال تک گھسا رہا اور اس دوران اس کا شاذ و نادر ہی کوئی مضمون شائع ہوا۔ زندگی میں اس طرح کی

آزادی نایاب ہوتی ہے اور اس نعمت کی قدر کرنی چاہیے۔ حسابداروں(accountants) اور سیاستدانوں کے زیرِ اثر، سرمایہ فراہم کرنے والے ادارے، ہمیشہ سائنسدانوں کو اس نعمت سے محروم رکھنے کے درپے رہے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ تحقیق کے ساتھ ساتھ پڑھانے کو جاری رکھنا ایک اچھا امتزاج ہے (خاص طور پر ریاضی کے شعبے میں)۔ اس طرح آپ ہر وقت کچھ نہ کچھ مفید کام کرتے رہتے ہیں، اُس مدت میں بھی جب نئے خیالات کی کمی ہوتی ہے۔

ہائی سکول میں مجھے یہ احساس ہو گیا تھا کہ مجھے سب سے زیادہ لگاؤ سائنس، خاص طور پر طبیعیات اور فلکیات، سے ہے۔ تاہم کالج پہنچ کر میں نے بتدریج ریاضی کو اختیار کیا۔ اس کی ایک وجہ یہ تھی کہ میں نے کوانٹم فیلڈ نظریے (quantum field theory) کو سمجھنے کی کوشش کی مگر ناکام رہا۔ یہ بات ضرور سمجھ آ گئی کہ طبیعیات اور ریاضی ایک دوسرے سے کتنے مختلف ہو گئے ہیں۔ زمانۂ قدیم سے لے کر کم و بیش 1930ء تک، یہ دونوں مضامین ایک دوسرے کے قریبی ساتھی تھے اور کئی لوگ ان کی درمیانی حدود کو عبور کر کے دونوں مضامین میں کام کرتے رہے تھے۔ پھر ایک انوکھا واقعہ ہوا۔ طبیعیات میں کوانٹم فیلڈ کا نظریہ اس انداز میں سامنے آیا جو طبیعی اعتبار سے کاملیت کا احساس لیے ہوئے تھا لیکن اس کو بیان کرنے کے لیے ریاضی کا کوئی مربوط ڈھانچا دریافت نہ ہو سکا۔ طبیعیات دانوں کو یہ معلوم ہو گیا کہ وہ اپنے طبعی وجدان کی صراحت کے ذریعے (مثال کے طور پر فین مین اشکال (Feynman diagrams) کی صورت میں) نہ صرف اپنی سوچ کو مزید گہرا کر سکتے ہیں بلکہ اپنے تجربے کو بروئے کار لاتے ہوئے عددی پیش گوئیاں بھی کر سکتے ہیں۔ ریاضی دان اکثر کوانٹم فیلڈ نظریے کے کچھ ایسے ٹکڑے معلوم کر لیتے ہیں جنھیں وہ منطقی طور پر ریاضی کی مساواتوں سے بیان کر سکتے ہیں، مگر یہ نظریہ مکمل طور پر ان کی گرفت میں نہیں آتا۔ جس کا نتیجہ یہ ہے کہ ریاضی دان آج کے طبیعیات دانوں کو ایسے کاؤبوائے (cowboy) سمجھتے ہیں جو اپنے استدلال کے مختلف دھاروں کو اس یقین کے ساتھ باہم جوڑ دیتے ہیں کہ چونکہ قدرت کے اس کارخانے میں ہر چیز میں ایک نظم قائم ہے اس لیے انھیں جو سوجھا ہے وہ غلط کیسے ہو سکتا ہے۔ اس کے جواب میں طبیعیات دان، ریاضی دانوں کو وسواسی جبری بیماری (Obsessive-Compulsive Disease) کے مریض قرار دیتے ہیں جو انھیں ہمیشہ ان چھوٹی چھوٹی تفصیلات پر کام کرنے میں الجھائے رکھتی ہے جس سے وجدانی سوچ کو ریاضی کے کٹر اصولوں سے ثابت کیا جا سکے۔

اِن سب باتوں کے باوصف کالج کی پڑھائی کے دوران میرا انتخاب ریاضی کا مضمون تھا۔ میرے ایک پروفیسر جن کا نام آسکر زارسکی (Oscar Zariski) تھا بڑی صلاحیتوں کے مالک تھے۔ جب وہ اپنے مضمون، الجبریائی جیومیٹری (algebraic geomatery) پر گفتگو کرتے تھے تو اس گفتگو کے اہم کردار جیومیٹری

کی وہ اشکال ہوتی تھیں جو''اقسام''(varieties) کے نام سے پہچانی جاتی ہیں۔ وہ ان اشکال کو زندہ کردار بنا کر سامنے لاتے تھے۔ وہ کہتے ''فرض کریں کہ وی (V) ایک قسم ہے''۔ ساتھ ہی وہ تختہ سیاہ پر صرف "V" لکھتے، کچھ بھی اور نہیں۔ لیکن اُن کے انداز اور آواز سے آپ کو یقین ہو جاتا تھا کہ وہ ایک ایسی دنیا کا نظارہ کر رہے ہیں جس میں "V" انسانوں کی طرح اپنی تمام تر خوبیوں اور خاصیتوں کے ساتھ ایک جیتی جاگتی زندہ حقیقت ہے۔ یہ ان کی دنیا کا ایک خفیہ باغیچہ تھا اور میں جانتا تھا کہ میں بھی اس میں جھانک کر دیکھنا چاہتا ہوں۔

چنانچہ کچھ مدت گزرنے کے بعد میں نے ایسا کر ہی لیا۔ ریاضی کی یہی صفت مجھے سب سے زیادہ پسند ہے کہ یہ ایسی دنیائیں تخلیق کر سکتا ہے جن کا حقیقت میں تو کوئی وجود نہیں ہوتا، لیکن وہ دنیا میں موجود کسی بھی چیز کی طرح خوش رنگ اور انوکھی ہو سکتی ہیں۔ ایسے سوالات دیکھنے میں تو مہمل معلوم ہوتے ہیں کہ ''قوسین (curves) کی وہ کون سی ماڈولائی سپیسز (moduli spaces) ہیں جن کا جیومیٹرک جینس (geometric genus) مثبت ہوتا ہے؟''۔ مگر جب ان سوالات کو اس مخصوص انداز میں دیکھا جائے جس کا میں ذکر کر چکا ہوں تو یہ اتنے ہی بامعنی ہو جاتے ہیں جتنا یہ سوال کہ ''ایشیا میں کتنے مسلمان ممالک ہیں؟''۔ میرا یہ پختہ ایمان ہے کہ ایک کامیاب ریاضی دان کی سب سے بڑی خصوصیت یہ ہوتی ہے کہ وہ بے یقینی کو عارضی طور پر التوا میں رکھ سکتا ہے۔ اس میں یہ لیاقت ہوتی ہے کہ وہ اِن دنیاؤں کو اپنے تصور میں اتنا ہی حقیقت کا روپ دے سکے جتنا کہ وہ موجود مادی دنیا کو دیتا ہے۔ مجھے یہ کالج میں ہی پتہ چل گیا تھا کہ میرے ساتھ یہی معاملہ ہوا ہے اور میں میگی لان[i] (Magellan) بن کر اس دنیا کی اتنی سیاحت کرنا چاہتا تھا جتنی کہ میرا دماغ اور میری زندگی مجھے اجازت دیتی (اس میں کوئی شک نہیں کہ جب آپ ریاضی کے نئے گوشے تلاش کر رہے ہوتے ہیں تو یہ تلاش آپ کو حقیقی دنیا کے کسی ایسے حصے میں آپ کے ساتھیوں تک لے جاتی ہے جس کی آپ نے سیاحت نہیں کی ہوتی اور وہاں جانا بڑا اچھا لگتا ہے۔ مجھے یہ بھارت لے گئی تھی)۔

اس طرح ''ماڈولائی سپیسز''(moduli spaces) اور الجبریائی جیومیٹری میں اس سے ملتے جلتے بے شمار سوالات میرا اوڑھنا بچھونا بن گئے اور میں نے قریباً پچیس سال ان طریقوں کو ڈھونڈتے ہوئے گزار دیئے جن کے ذریعے میں ان سوالات کے براعظم میں گھس سکوں چاہے اس کے لیے مجھے کسی بھی ریاضیاتی اوزار سے مدد لینا پڑے۔ پھر ایک دلچسپ موڑ آیا۔ طبیعیات میں سٹرنگ کے نظریہ (string theory) پر تحقیق کرنے والوں نے ان ماڈولائی سپیسز کو کچھ اس طرح اختیار کیا کہ یہ نظریاتی طبیعیات کی اس قیاسی شاخ کا ایک اہم جُز بن گئیں۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ سائنس کے مختلف النوع شعبوں کے درمیان ایک عجیب سا باہمی تعلق ہوتا ہے۔

میری دلچسپی کا ایک دوسرا شعبہ بھی تھا۔ میں جب کالج میں تھا تو یہ جاننا چاہتا تھا کہ دماغ کیسے کام کرتا ہے۔ اس وقت نفسیات (psychology) اوراعصاب کی سائنس (neuroscience) دونوں علوم ابتدائی مراحل میں تھے۔ پھران کے متعلق علم ٹکڑیوں کی صورت میں تھا، ہیلم ہولٹز (Helmholtz) کی نفسیاتی طبعیات (psychophysics)، فرائیڈ (Freud) کا نفسیاتی تجزیہ (psychoanalysis)، کجال (Cajal) کے حیرت انگیز کیمرہ لیوسیڈا[ii] (lucida) کی مدد سے دماغی خلیوں کے جال (network of brain cells) کی اشکال، پین فیلڈ (Penfield) کا مرگی کے مریض کے دماغ کے اس حصے کی سرجری کرنا جس کا تعلق شعور سے ہوتا ہے۔ لیکن اس وقت تک کچھ انتہائی بنیادی چیزیں نامعلوم تھیں، یعنی دماغ کی ساخت (anatomy) اوراس کے کام کرنے کے طریقے (physiology)، وہ دوائیں جو دماغ پر اثر انداز ہوتی ہیں، دماغی افعال کی مقناطیسی تشدید پر مبنی عکس بندی، FMRI (functional magnetic resonance imaging scans) کے ذریعے دماغ کے مختلف حصوں کی سرگرمی کا دماغی افعال سے باہمی تعلق۔ ٹرانزسٹر (transitor) ابھی ایجاد نہیں ہوا تھا، اس لیے آپ تصور کر سکتے ہیں کہ کمپیوٹر بنانا کتنا مشکل کام تھا۔ میں نے ہائی سکول میں سائنس پروجیکٹ کے طور پر ایک سو ریلیز (relays) سے کمپیوٹر تیار کیا تھا جس کی ساری کاغذ کی ٹیپ دو ہندسی اعداد کو ضرب دینے کی کوشش میں جل گئی تھی۔

1980ء کی دہائی کے اوائل میں میرا ساتھی جیانت شاہ (Jayant Shah) اور میں برطانیہ کے اعلیٰ ذہنی صلاحیتوں کے مالک سائنسدان ڈیوڈ مار (David Marr) کے کام سے بہت متاثر ہوئے جس کا لیوکیمیا (Leukemia) کی بیماری سے انتقال ہو چکا تھا۔ ہم دونوں نے ایک دوسرے کو اس پر آمادہ کیا کہ ہمیں کمپیوٹر بصارت (computer vision) کے میدان میں کام کرنے کی کوشش کرنا چاہیے۔ مار (Marr) نے اپنے کام میں یہ سوال اٹھایا تھا کہ ریاضی میں کمپیوٹر سائنس کا وہ کون سا ماڈل ہے جس کے ذریعے یہ سمجھا جا سکے کہ اُس وقت دماغ کیا کرتا ہے جب ہم اپنے سامنے پڑی ہوئی کوئی چیز دیکھتے ہیں اور یہ بصری سگنل دماغ کو ارسال کرتے ہوئے اس چیز کو کوئی نام دیتے ہیں۔ درحقیقت یہ اس بات کو سمجھنے کا ایک اچھا طریقہ ہے کہ ''دماغ کیسے کام کرتا ہے''۔ اس وقت ایک دلچسپ صورتحال سامنے آتی ہے جب آپ کمپیوٹر کے ذریعے بظاہر کوئی آسان کام کرنے کی کوشش کرتے ہیں جیسے کہ کیمرے کے عکس میں موجود چہروں کو گننا۔ اگر آپ کسی سادہ طریقے سے یہ کام کرنے کی کوشش کریں تو آپ کو ناکامی ہوگی۔ اس طرح کے بظاہر سادہ ذہنی کاموں کے پیچھے بہرحال کچھ ایسی مخفی تہیں کارفرما ہیں جن کی نشاندہی کرنا آسان کام نہیں ہے۔ ایسے کمپیوٹر پروگرام (algorithm) بنالینا آسان ہے جس کے ذریعے کمپیوٹر کو اس قابل بنایا جا سکتا ہے کہ وہ زیادہ نہیں تو پچاس فی

صد چہروں کو ہی پہچان لے مگر وہ بھی اتنی بہت سی پیچیدگیوں کو نہیں سنبھال سکتا جتنی کہ انسانی دماغ آسانی کے ساتھ سنبھال لیتا ہے، مثلاً دماغ روشنی کی، انداز کی، اظہار کی، چہرے کے بالوں وغیرہ کی تبدیلی کو فوراً بھانپ لیتا ہے۔ اور تو اور وہ پُر اسرار جگہوں میں ایسے چہرے تلاش کر لیتا ہے جن کا کوئی وجود بھی نہیں ہوتا۔

ہم نے کمپیوٹر بصارت کے لیے ریاضی کے ایک طریقے پر کام کرنا شروع کیا اور مختلف شہادتوں کو یکجا کرنے کے لیے کیلکولس کی تغیر پذیر مساوات (variational formalism) بنانے کی ترکیب استعمال کی۔ مگر مجھے صحیح راستہ شماریاتی طریقہ کار اختیار کرنے سے ملا جسے اُلف گری نینڈر (Ulf Grenander) نے ایجاد کیا تھا۔ اب مجھے یہ یقین ہو چکا ہے کہ دماغ چھوٹے اور بڑے جو بھی کام انجام دیتا ہے ان کا منطق (logic) سے بہت کم تعلق ہوتا ہے، بلکہ یہ شماریاتی استخراج (statistical inference) میں لگا رہتا ہے۔ خاص طور پر شماریات کی اس قسم کو جسے بائیزین شماریاتی استخراج (Bayesian statistical inference) کہتے ہیں۔ اس شماریات کی مدد سے دنیاوی اشیاء کے نقوش کو دیکھنے کے طویل تجربے کو استعمال کرتے ہوئے موجودہ اشیاء کی ماہیت کو جانچا جا سکتا ہے۔ اس طریق کار میں اب کافی ترقی ہو رہی ہے اور مجھے امید ہے کہ مار (Marr) نے جو سوال اُٹھایا تھا وہ شاید مستقبل قریب میں حل ہو جائے لیکن یہ بات بہت زیادہ واضح نہیں ہے کہ کیا یہی طریقہ دماغ کی اس بیرونی تہہ (cortex) پر بھی آزمایا جا سکتا ہے جسے کچھ لوگ دماغ کا ''گیلا ساز و سامان'' (wet-ware) کہتے ہیں۔ دراصل ہمارا دماغ، کمپیوٹر سے بالکل مختلف خطوط پر بنایا گیا ہے، اس لیے کمپیوٹر پروگرام سے مطابقت اختیار کرنے سے کچھ حاصل نہیں ہوگا۔ یہ حیاتیات کی وہ سرحد ہے جو نسل در نسل اولاد میں منتقل ہونے والے تولیدی مادے (genome) سے بھی بہت دور ہے۔

میں یہاں خالص (pure) اور اطلاقی (applied) ریاضی کے درمیان فرق بیان کرنا چاہتا ہوں۔ میں نے ان دونوں شعبوں میں کام کیا ہے اور مجھے اس بات کا شدت سے احساس ہے کہ یہ دونوں ایک دوسرے کے ساتھ اچھی طرح رابطہ قائم نہیں کرتے۔ طبیعیات اور ریاضی کی طرح ہی ان دونوں کے درمیان فرق بیسویں صدی میں اس وقت آیا جب خالص ریاضی نے الجبریائی ٹوپالوجی (algebraic topology) جیسی تجریدی شاخوں کو بڑی شدت کے ساتھ ترقی دینا شروع کیا اور اطلاقی ریاضی نے کمپیوٹر کی ایجاد کے بعد سے کلاسیکی تجزیے اور واضح فارمولوں کے بجائے عددی طریق کار (numerical methods) پر توجہ مرکوز کر دی۔ اپنے ساتھیوں کے ساتھ گفتگو کرنے کے بعد میں اس نتیجے پر پہنچا ہوں کہ خالص ریاضی کا سنہری معیار (gold standrad) کلیات کا ثبوت ہوتا ہے۔ کسی نظریے کی کامیابی کا پیمانہ یہ ہوتا ہے کہ یہ نظریہ جن کلیات کو جنم دے رہا ہے وہ کتنے گہرے اور مشکل ہیں۔ اطلاقی ریاضی میں سب سے بڑی کامیابی نئے اور مؤثر

ماڈلوں کی تخلیق ہے۔ ایسی ریاضی کی تلاش جو حقیقی دنیا کی پیچیدگیوں کو اتنا آسان بنا دے کہ جو کچھ ہو رہا ہے اُس کی وضاحت ہو جائے لیکن ایسا بھی نہ ہو کہ اس سے سائنسدان موزوں پیشین گوئیاں بھی نہ کر سکیں۔ مجھے امید ہے کہ ریاضی دانوں کی نئی نسل، جو اس مضمون کی رسمی خوبصورتی سے (اب تک) محبت کرتی ہے اور جانتی ہے کہ کس حد تک حساب کتاب اور اس کا اطلاق نئی اور شاندار دریافتوں کی طرف لے جا سکتا ہے، جب معاملات کو اپنے ہاتھ میں لے گی تو وہ ریاضی کے ان دونوں شعبوں کے درمیان حائل اس خلیج کو بتدریج کم کر سکے گی۔

حواشی

* **تعارف:** ڈیوڈ بی ممفورڈ(David B. Mumford) (پیدائش 1937ء) امریکی ریاضی دان ہیں اور الجبرائی جیومیٹری میں اپنے کام کی وجہ سے پہچانے جاتے ہیں۔ جیومیٹری پر ان کی کتاب "Geometric Invariant Theory" بہت مشہور ہے۔

(i)۔ فرڈینڈ میگی لان(Ferdinand Magellan) 1521ء-1480ء پرتگالی جہاز ران تھے۔ انھوں نے مصالحہ جات (Spices) کے جزیرے (آج کے انڈونیشیا میں ملوکو جزائر) کی تلاش میں مغرب کی جانب سفر کیا۔ وہ پہلے جہاز ران تھے جو بحرِ اوقیانوس(Atlantic Ocean) سے بحرالکاہل(Pacific Ocean) میں داخل ہوئے اور اسے پُرسکون سمندر کا نام دیا۔ میگی لان نے ایک ایسے سمندری سفر کا آغاز کیا جس سے دنیا کے گرد مکمل چکر لگایا جا سکے لیکن وہ اپنا یہ سفر مکمل نہیں کر سکے تھے۔

(ii)۔ کیمرہ لیوسیڈا Camera Lucida ایک بصری آلہ ہے جسے 1807ء میں برطانوی طبیعیات دان ولیم ہائڈ ولاسٹن (William Hyde Wollaston) نے ایجاد کیا۔ اس کے ذریعے کسی چیز کے عکس کو عدسوں اور آئینوں کی مدد سے ڈرائنگ بورڈ پر منتقل کر کے ڈرائنگ تیار کر لی جاتی تھی۔

پچیس سال کی عمر کے بعد بھی آپ بہت کچھ کر سکتے ہیں

(There is Much to do After Twenty five)

یوئی شیر و نامبو*

(Yoichiro Nambu)

انریکو فرمی انسٹی ٹیوٹ، شکاگو، امریکا

(Enrico Fermi Institute, Chicago, USA)



© Courtesy of the University of Chicago

میں جاپان کے ایک ایسے قدامت پسند صوبائی قصبے میں پلا بڑھا ہوں جسے بدھ مت کے پیروکاروں کی ریاست کہا جاتا ہے۔ میرے والد کے خاندان کا ایک سٹور تھا، جس میں ایسے برتن فروخت ہوتے تھے جو بدھ رسومات کو ادا کرنے میں استعمال ہوتے ہیں۔ ان کے والدین چاہتے تھے کہ وہ اس سٹور پر کام کریں لیکن میرے والد کو یہ منظور نہیں تھا، اس لیے وہ بھاگ کر ٹوکیو آ گئے۔ میری پیدائش یہیں ہوئی تھی۔ میرے والد ادب کا مطالعہ کر کے ایک مصنف بننا چاہتے تھے لیکن 1923ء میں زبردست زلزلہ آیا جس نے دارالحکومت ٹوکیو کو تباہ کر دیا اور اس کے ساتھ ہی میرے والد کی تمام جمع پونجی ضائع ہو گئی۔ چنانچہ وہ نہ چاہتے ہوئے بھی واپس اپنے آبائی قصبے میں آ گئے اور ہائی سکول کے اُستاد بن گئے۔ انھوں نے سائنس کی کوئی باضابطہ تربیت حاصل نہیں کی ہوئی تھی لیکن ان کا اصرار تھا کہ ایک مصنف کو تمام انسانی سرگرمیوں کے متعلق تھوڑا بہت معلوم ہونا چاہیے۔ میرے بچپن میں انھوں نے مجھے سائنس کی وہ کتابیں اور رسالے لا کر دیئے جو بچوں کے لیے تھے۔ یوں تھامس ایڈیسن[i] (Thomas Edison) میرا ہیرو بن گیا۔

جب میں پرائمری سکول میں تھا تو میں اپنے دادا، دادی کے گھر جایا کرتا تھا۔ میرے ایک چچا کا تپ دق (tuberculosis) سے انتقال ہو چکا تھا۔ میرا خیال ہے انھوں نے اعلیٰ تعلیم تو حاصل نہیں کی تھی لیکن لگتا ہے وہ سائنس کو سیکھنے کی کوشش کرتے رہے تھے۔ ان کی چیزوں میں مجھے سائنسی آلات کی ایک فہرست (catalogue) ملی جسے کیوٹو (Kyoto) کی ایک کمپنی نے مرتب کیا تھا۔ وہ کمپنی آج بھی بہت مشہور ہے۔ میں

نے اس فہرست کو بڑے شوق سے پڑھا اور اس میں دکھایا گیا ایک سلائیڈ رول[ii] (slide rule) مجھے پسند آ گیا۔ میرے والد نے ویسا ہی سلائیڈ رول مجھے نئے سال کے تحفے کے طور پر لے دیا۔ یہ آج بھی میرے پاس محفوظ ہے۔ ایک دن مجھے کچھ کتابچے اور ریڈیو کے سرکٹ کے کچھ حصے مل گئے۔ ان کتابچوں میں دی گئی معمّہ نما اشکال اور فارمولوں نے مجھے اپنی طرف متوجہ کرلیا۔ اس وقت مجھے برقی مقناطیسیت کے نظریے کے متعلق کچھ علم نہیں تھا مگر میں نے ان چیزوں کا راز پانے کی بہت کوشش کی۔ اس ساری تگ و دو میں صرف اتنا ہوا کہ فارمولوں کے متعلق اُلٹے سیدھے اندازے لگانے میں بڑا لطف آیا۔ اسی زمانے میں ہمارے قصبے میں ریڈیو سٹیشن قائم ہوا لیکن ہمارے پاس ریڈیو سیٹ نہیں تھا۔ چنانچہ اپنے چچا کا ترکہ استعمال کرتے ہوئے میں نے گرمیوں کی چھٹیوں کے ایک ماہ میں کرسٹل ریڈیو بنا لیا۔ اس وقت قومی سطح پر سالانہ ہائی سکول بیس بال ٹورنامنٹ ایک بہت بڑا مقابلہ ہوا کرتا تھا۔ (یہ آج بھی بہت بڑا مقابلہ ہے)۔ اسے ریڈیو پر نشر کیا جاتا تھا۔ فائنل مقابلے کی روئیداد ریڈیو پر سنتے ہوئے مجھے جو لطف آیا اسے الفاظ میں بیان نہیں کیا جا سکتا۔ یہ بال پھینکنے والے (pitchers) دو مشہور کھلاڑیوں کے درمیان ایک معرکہ تھا جو پچیس اننگز تک جاری رہا، لیکن ایک بھی سکور نہ ہو سکا (پچیس کا یہ عدد آگے چل کر پھر آئے گا)۔ حال ہی میں کسی نے انٹرنیٹ پر تلاش کرنے کے بعد مجھے بتایا ہے کہ ٹورنامنٹ کی تاریخ میں سکور کے بغیر طویل ترین اننگز کا یہ ریکارڈ آج بھی قائم ہے۔

جب میں ہائی سکول میں تھا تو ایک دفعہ پھر مجھے اپنے دادا کے گھر سے کچھ نوٹس ملے جو کیلکولس (calculus) سے متعلق تھے اور میرے ایک دوسرے چچا نے کالج میں تعلیم حاصل کرتے ہوئے بڑے التزام کے ساتھ لیے تھے۔ میں نے بڑی توجہ سے انھیں پڑھا اور ان سے مجھے اعلیٰ سطح کی ریاضی میں دلچسپی پیدا ہوئی۔ اسی زمانے میں ٹوکیو کے ایک معروف ناشر نے مختلف شعبوں کے خاص مضامین پر کتابوں کا ایک سلسلہ شروع کیا تھا اور وہ ہمارے قصبے کے سٹور میں بھی دستیاب تھیں۔ ان میں سے ایک کے سرورق کو پڑھ کر میرے دل میں تجسس پیدا ہوا۔ عنوان تھا ''نمبروں کی سلسلہ وار ترتیب اور اُن کا فارمولا'' "procession and procession formula" (یعنی میٹرکس اور ڈیٹرمنٹس (matrix and determinant))۔ میں نے کسی نہ کسی طرح یہ کتاب خرید لی۔ اگرچہ یہ کتاب اپنے اختتام تک پہنچتے پہنچتے میرے لیے بہت مشکل ہو گئی تھی لیکن اس سے دوسری چیزوں کے علاوہ مجھے یہ پتا چلا کہ جاپانی ریاضی دانوں نے سترھویں صدی میں الجبرا(Algebra) میں ڈیٹرمنٹس کے نظریہ (theory of determinants) کو ترقی دی تھی۔ میرے لیے ہائی سکول کی طبعیات اور ریاضی میں کوئی خاص دلچسپی کی بات نہیں تھی لیکن میں اس وقت اپنے آپ سے بہت خوش ہوا جب میں یہ معلوم کرنے کے بعد کہ قوس قزح کیسے بنتی ہے، حساب کتاب سے اس کا زاویائی ناپ(angular size) نکالنے میں کامیاب

ہو گیا۔

1930ء کی دہائی کے سال جیسے جیسے بڑھتے رہے ان کے ساتھ ہی میری عمر بھی زیادہ ہوتی چلی گئی اور جاپان کے حالات، نامعقول اور جابرانہ قوم پرستی کی بدولت دن بہ دن ناخوشگوار ہوتے گئے۔ جنگوں اور قتل و غارتگری کی لہریں ایک کے بعد ایک آتی رہیں۔ ایسے میں میرے پاس صرف ٹوکیو میں کالج کے دنوں کی خوشگوار یادیں ہی باقی رہ گئیں، جہاں عدم برداشت کا سیلاب ابھی نہیں پہنچا تھا۔ کالج کے ان ایام میں مجھے آزادی اور بےفکری سے زندگی گزارنے کا پہلی بار تجربہ ہوا اور یہ ایک طرح سے ان خوفزدہ کر دینے والے حقائق سے بھی فرار کا ذریعہ تھا جو اُس وقت چاروں طرف منڈلا رہے تھے۔ کالج میں طلبہ کے اپنے زیر انتظام چلنے والی رہائش گاہوں کے ماحول نے مجھ جیسے سیدھے سادے دیہاتی لڑکے پر بڑے گہرے اثرات مرتب کئے۔ اس دوران، میں نے بہت سی دلچسپیاں پال لیں۔ طبیعیات کے سلسلے میں، میں نے اپنے سے زیادہ علم رکھنے والے لڑکوں کو ایک دوسرے کے ساتھ بحث کرتے ہوئے دیکھ کر یہ سیکھا کہ طبیعیات دان اپنے دلائل کیسے پیش کرتے ہیں، پھر بھی میں حر حرکیات (thermodynamics) میں فیل ہو گیا۔ میرے خیال میں یہ طبیعیات کا انتہائی گہرا اور سوچ کی گرفت میں نہ آنے والا مضمون ہے۔ ان ہی دنوں ریاضی کے ایک پروفیسر نے ہمارے اندر جذبہ پیدا کرنے کے لیے جو باتیں کیں ان میں شیرینی بھی تھی اور تلخی بھی۔ وہ پوآں کارے (Poincaré)، گیلوا (Galois) اور ایبل (Abel) کے بہت بڑے مداح تھے اور کلاس میں ان کے متعلق بار بار گفتگو کرنا پسند کرتے تھے۔ یہاں تک تو ان کی گفتگو بہت خوشگوار ہوتی پھر وہ اگلے ہی لمحے ہمیں یہ کہہ کر ڈرا دیتے تھے کہ اگر تم نے پچیس سال کی عمر تک پہنچنے سے پہلے کچھ کر نہیں لیا تو تم کوئی مقام حاصل نہیں کر سکو گے۔ ان دنوں زیر تربیت فوجیوں میں بھی یہ مقولہ گردش کر رہا تھا کہ انسان کی زندگی پچیس برس ہوتی ہے۔ میں ان باتوں کو سنتا اور سوچتا تھا کہ مجھے کیا کرنا چاہیے؟ مجھے یہ بھی سمجھ نہیں آ رہی تھی کہ آئندہ پانچ برس میں، مَیں خود کو کہاں پاؤں گا۔ بالآخر میں نے طبیعیات کو اختیار کرنے کا فیصلہ کر لیا۔ اس کی ایک وجہ تو یہ تھی کہ میرے خیال میں یہ میرے لیے انتہائی موزوں مضمون تھا اور دوسری وجہ وہ شہرت تھی جو یوکاوا[(ii)] (Yukawa) کو حال ہی میں حاصل ہوئی تھی۔

میں خوش قسمت ہوں کہ میں جنگ کے سالوں کے دوران زندہ رہا اور پچیس برس کی عمر سے بھی خیریت سے گزر گیا۔ بلکہ میں سمجھتا ہوں کہ آرمی ریڈار ریسرچ میں کام کرنے سے مجھے فائدہ بھی ہوا۔ جنگ کے بعد میں تعلیمی سرگرمیوں کی طرف واپس آنے میں کامیاب رہا ہوں اور میرے دفتر کے رفقا نے مجھے عین اس وقت ذراتی طبیعیات میں کام کا آغاز کرنے کا حوصلہ دیا جب وہ ٹوموناگا[(iii)] (Tomonaga) کے ساتھ مل

کر''نظریہ رینارملایزیشن''(renormalization theory) پر کام کر رہے تھے۔ یوں میں اپنے والد، اپنے چچاؤں، دوستوں اور دوسرے لوگوں کا احسان مند ہوں۔

حواشی

* **تعارف:** یوئی شیرو نامبو(Yoichiro Nambu)(پیدائش1921ء) جاپانی نژاد امریکی طبیعیات دان ہیں اور نظریاتی طبیعیات میں اپنے کام کی وجہ سے مشہور ہیں۔ وہ2008ء کے نوبل انعام میں آدھے حصے کے حقدار قرار پائے۔ یہ انعام انھیں1960ء میں کئے گئے اس کام پر ملا جس میں انھوں نے ایٹم سے چھوٹے ذرات میں تشاکل کی بے ساختہ شکستگی (spontaneous symmetry breaking) کا طریقۂ کار دریافت کیا تھا۔

(i)۔ تھامس ایڈیسن(Thomas Edison) 1931ء-1847ء امریکا کے موجد اور بزنس مین تھے۔ 1877ء میں فونوگراف کی ایجاد نے جسے گراما فون کا نام بھی دیا جاتا ہے انھیں مشہور کیا۔ 1879ء میں انہوں نے بجلی کا بلب ایجاد کیا۔ ان کے نام ایک ہزار سے زائد ایجادات ہیں۔

(ii)۔ ہائیدی یوکاوا(Heidi Yukawa) 1981ء-1907ء جاپانی سائنسدان تھے۔ انھوں نے مرکزے کے اندر مضبوط قوت (strong force) کی موجودگی کی وجہ میزون کے تبادلے کو قرار دیا(meson exchange)۔ اسی کام پر انھیں1949ء میں نوبل انعام دیا گیا۔

(iii)۔ شن اچیرو ٹوموناگا(Sin-Itiro Tomonaga)1979ء-1906ء جاپانی طبیعیات دان تھے۔ انھوں نے کوانٹم برقی حرکیات (Quantum Electrodynamics) پر کام کیا اور 1965 میں طبیعیات کا نوبل انعام پایا۔

میں سائنسدان کیسے بنا

(How I Become a Scientist)

روڈم نرسمہا*

(Roddam Narasimha)

جواہرلال نہرو سنٹر فار ایڈوانسڈ سائنٹیفک ریسرچ، بنگلور، بھارت

(Jawahrlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research, Bangalore, India)



© Courtesy of Roddam Narasimha

سائنس میں میری دلچسپی کا آغاز میرے گھر سے ہوا۔ میرے والد کا شمار ان چند افراد میں ہوتا تھا جنھوں نے اپنے قصبے میں سب سے پہلے سائنس میں گریجویشن کی تھی۔ اس کے بعد انھوں نے عظیم طبیعیات دان میگھناد ساہا[i] (Meghanad Saha) سے تعلیم حاصل کی جو اس وقت الہٰ آباد میں پڑھاتے تھے (یہ شہر ہمارے قصبے سے ایک ہزار کلومیٹر سے بھی زیادہ دور تھا)۔ ماسٹرز کی ڈگری حاصل کرنے کے بعد انھوں نے بنگلور کے سنٹرل کالج میں پڑھانا شروع کر دیا اور آخری عمر میں انھوں نے اپنے علاقے کی زبان کناڈا (Kannada) میں سائنس پر بہت کچھ لکھا۔ انھوں نے براہ راست مجھے سائنس یا طبیعیات نہیں پڑھائی، لیکن ان کی شخصیت کی مثال اور ان کے طرزِ عمل نے، جو کہ سائنسی اعتبار سے جدید، سماجی لحاظ سے آزاد اور ثقافتی طور پر قدامت پسندانہ تھا، مجھے سب سے بنیادی بات جو سکھائی وہ اپنے آپ پر فخر کرنا تھی۔ میری والدہ نے دس سال کی عمر کے بعد سکول چھوڑ دیا تھا، مگر ان کا مطالعہ بہت وسیع تھا اور وہ بہت مہذب ہونے کے ساتھ ساتھ بہت خوددار بھی تھیں۔ دعاؤں میں انھوں نے مجھے سونے سے پہلے کی وہ دعا مانگنا بھی سکھائی تھی جس میں بھگوان سے ذہانت اور علم مانگا جاتا ہے۔

میں خوش قسمت تھا کہ مجھے سکول میں عظیم استاد ملے۔ ان میں سے ایک استاد نے نوبل انعام یافتہ آنجہانی سی۔ وی۔ رامن[ii] (C. V. Raman) کو اس بات پر آمادہ کر لیا تھا کہ وہ ہمارے سکول کا دورہ کریں گے۔ رامن اس وقت بھارت کی سائنسی دنیا کا ایک بہت بڑا نام تھا۔ وہ آئے، انھوں نے اپنے کام کے

بارے میں نہایت واضح اور پُر جوش انداز میں بتایا۔ان کا اندازِ بیان اتنا متاثر کن تھا کہ طلبہ تو طلبہ، اساتذہ بھی ان کے سحر میں گرفتار ہو گئے۔ ہمارے اُستاد جناب کے وی آر (KVR) جنھوں نے رامن کے دورے کو ممکن بنایا تھا، انھوں نے مجھے سکھایا کہ وہی تحریر قدر کے لائق ہوتی ہے جو مختصر ہو اور پوری دیانت داری کے ساتھ لکھی جائے۔سکول کے اس زمانے میں ہمارے امتحانات بہت ہوتے تھے اور ان میں اکثر اس قسم کے سوالات پوچھے جاتے تھے کہ ''ہمارے نظام شمسی میں کتنے سیارے ہیں؟'' اس کے جواب میں میں صرف نو لکھ دیتا تھا۔ جس پر مجھے اپنے دوسرے اساتذہ سے اس لیے ڈانٹ پڑتی تھی کہ میں نے سیاروں کے نام کیوں نہیں لکھے۔ میں اسے اس لئے ناانصافی سمجھتا تھا کہ سوال میں یہ نہیں کہا گیا تھا کہ ان سیاروں کے نام بھی لکھیں۔ایسے مواقع پر جناب کے وی آر میرا ساتھ دیتے تھے۔ یوں ہمارے درمیان ایک بندھن قائم ہو گیا۔ ہم کبھی ایک دوسرے کے ذاتی طور پر بہت قریب نہیں ہوئے، مگر اس تعلق میں اگر ایک طرف شفقت تھی تو دوسری طرف احترام تھا۔تاہم ایک اور اُستاد جناب بی ایل اے (BLA) سے میرے ذاتی تعلقات قائم ہو گئے۔وہ اکثر مجھے اور چند دوسرے طلبہ کو کافی پلانے، اپنے ساتھ ہلکا پھلکا کھانا کھلانے اور لمبی گپ شپ کے لیے ساتھ لے جاتے تھے۔ایک دفعہ انھوں نے مجھے یونہی چلتے چلتے دو کتابیں دے دیں، ان میں سے ایک ''عظیم سائنسدانوں کی زندگی'' (Lives of Great Scientists) تھی۔اس کتاب نے مغربی سائنس کی عجیب وغریب علمی دنیا کے بارے میں میری آنکھیں کھول دیں اور میں فوری طور پر اس علمی دنیا کا گرویدہ ہو گیا۔دوسری لیوئس کیرل (Lewis Carroll) کی کتاب ایلس ان ونڈر لینڈ (Alice in Wonderland) کا کنّاڈا میں ترجمہ تھی اور یہ کتاب بھی میرے من کو بھا گئی۔ مجھے اس بات پر حیرت ہوئی کہ میرے اُستاد جناب بی ایل اے کو ٹھیک ٹھیک کیسے معلوم ہو گیا کہ کون سی کتابیں مجھ پر غیر معمولی طور پر اثر انداز ہوں گی؟

جب میں 1949ء میں یونیورسٹی میں جانے والا تھا تو طبیعیات ہی وہ مضمون تھا جسے میں اختیار کرنے کا سنجیدگی سے سوچ رہا تھا۔مگر ان دنوں جنوبی بھارت کو ایک ایسے بہت بڑے سیاسی اور سماجی انقلاب نے گھیر رکھا تھا جو خونی تو نہیں مگر تہلکہ خیز ضرور تھا، اس لیے میرا طبیعیات میں داخلہ لینا ممکن نہیں ہوا۔ یوں میں نے بنگلور جا کر مکینیکل انجینئرنگ کے لیے گورنمنٹ انجینئرنگ کالج میں داخلہ لے لیا۔ان ہی سالوں کے دوران ایک ولولہ انگیز واقعہ یہ ہوا کہ مجھے ایک دفعہ انڈین انسٹی ٹیوٹ آف سائنس (Indian Institute of Science) کو دیکھنے کا موقع ملا، جب ایک دن کے لیے اس ادارے کو عام لوگوں کے لیے کھول دیا گیا تھا۔اس ادارے کے فضائی انجینئرنگ (Aeronautical Engineering) کے شعبے میں جو حال ہی میں کھلا تھا، ایک بڑا خوبصورت دوسری جنگ عظیم کا برطانوی طیارہ سپٹ فائر (Spitfire) چوکور صحن میں نمائش کے لئے کھڑا تھا،

جسے بھارتی فضائیہ نے اس ادارے کو عاریتاً دیا تھا۔ یہ سب کچھ بہت اثر انگیز تھا۔ میں نے اس سے پہلے کوئی طیارہ اتنے قریب سے نہیں دیکھا تھا۔ اس نے مجھ پر ایک نئی دنیا روشن کر دی۔ اس وقت مجھے احساس ہوا کہ سپٹ فائر باہر سے کتنا ہموار اور طرحدار دکھائی دیتا ہے اور خاص طور پر اس کے بیضوی پر کتنے خوبصورت ہیں لیکن جب اسے اندر سے دیکھو تو یہ کتنا پیچیدہ معلوم ہوتا ہے۔ اس کے اندر تاروں، پائپوں، ہوا اور تاروں کے لیے نالی دار راستوں (ducts) اور والوز وغیرہ کا ایک جال بچھا ہوا تھا۔ میرے لیے یہ بات بڑی حیران کن تھی کہ اس طرحدار خمیدہ اور مسطح بناوٹ (جو میرے اندازے میں ریاضی کے اصولوں کی بنیاد پر بنائی گئی تھی) کے نیچے حیرت انگیز پیچیدہ ٹیکنالوجی چھپی ہوئی تھی اور مجھے ان غیر معمولی لوگوں پر رشک آیا جو ان دنوں طرح کی مہارتوں کے مالک تھے۔

چنانچہ بیچلرز ڈگری حاصل کرنے کے بعد میں نے طیارہ سازی (aeronautics) کی تعلیم حاصل کرنے کا ارادہ کر لیا، مگر ان دنوں یہ بہت غیر فیشن ایبل بات تھی۔ اپنے والد کی ہدایت پر میں نے انڈین انسٹی ٹیوٹ آف سائنس میں اپنے ایک خاندانی دوست سے مشورہ کیا۔ انھوں نے مجھے بلا تکلف کہا، کیوں حماقت کرنے لگے ہو، بہتر ہوگا کہ بھارتی ریلوے یا برما شیل میں ملازمت کر لو۔ اُن دنوں اِن جگہوں کی ملازمت لینا ایسا ہی تھا جیسا کہ آج کل بنگلور میں سافٹ ویئر کی بھاری تنخواہ والی نوکری ملنا۔ ان کی بات سن کر میں مایوس مایوس سا اپنے والد کے پاس گیا۔ انھوں نے ساری بات سن کر مجھ سے صرف اتنا پوچھا کہ ''تم کیا کرنا چاہتے ہو؟'' میں نے کہا کہ میرا من طیارہ سازی میں اٹکا ہوا ہے۔ اس پر انھوں نے کہا کہ ''تو یونہی کر لو۔'' یوں جس معاملے کے متعلق میں نے سوچ رکھا تھا کہ گھنٹوں بحث کرنا پڑے گی وہ دو منٹ میں طے ہو گیا اور میں انڈین انسٹی ٹیوٹ آف سائنس پہنچ گیا۔ یہاں میں نے مختلف حیثیتوں میں پچھلے پچاس برس گزار دیئے ہیں۔

اس ادارے میں پروفیسر ستیش دھاون (Satish Dhawan) نے مجھے ایک اور نئی دنیا سے روشناس کرایا۔ انھوں نے کیلی فورنیا انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (California Institute of Technology) سے پی ایچ ڈی کی تھی اور وہ ادارے میں مغربی دنیا کی ہوا کا تازہ جھونکا لے کر آئے تھے۔ ان کا انداز عام طور پر غیر رسمی ہوتا تھا لیکن وہ کام کے معاملے میں بڑے سنجیدہ تھے (ان کا یہ طرز عمل یونیورسٹی کے بہت سے دوسرے لوگوں کے عین برعکس تھا) اور ان کی لیبارٹری لڑاکا طیارے سپٹ فائر کی طرح سائنس اور ٹیکنالوجی کا بے عیب مرکب دکھائی دیتی تھی۔ انھوں نے ہوا کا دباؤ بڑھانے کے لیے بڑے بڑے کمپریسر (compressors) لگائے ہوئے تھے جن کے ذریعے آواز سے تیز رفتار سرنگوں[iii] کو چلایا جاتا تھا۔ لیکن الیکٹرانک دور کے اس ابتدائی زمانے میں ان سرنگوں میں اکثر پیمائشیں عدسوں اور بجلی کی رونا پنے والے

آلےگلوینومیٹر (galvanometer) سے کی جاتی تھیں۔آگے چل کر ستیش دھاون، بھارت کے عظیم سائنسی لیڈر بنے۔انہوں نے خلائی تحقیق کا ادارہ بنایا جو بڑھتے بڑھتے ٹیکنالوجی کی ترقی میں کامیابی کا شاندار منصوبہ بن گیا۔اگرچہ ستیش دھاون کو اپنی قومی ذمہ داریاں پوری کرنے کے لیے بڑی اور اعلیٰ سائنس کی ضرورت تھی مگر انہوں نے چھوٹی سائنس کے ساتھ اپنے لگاؤ کو کبھی کم نہیں ہونے دیا۔ میں نے ان ہی سے سیکھا تھا کہ جب ضرورت کے مطابق تمام آلات میسر نہ ہوں تو تحقیق کیسے کرتے ہیں۔ان کی لیبارٹری ایسے چھوٹے چھوٹے خوبصورت آلات سے بھری ہوئی تھی جنھیں وہ گزموز (gizmos) کہتے تھے۔ہم نے مل کر ان میں کچھ اور آلات کا اضافہ کیا۔ان ہی میں وہ سادہ لیکن مؤثر ایک ڈالر کا باکس کیمرہ بھی شامل تھا جسے آسیلوسکوپ (oscilloscope) میں ابھرتی لکیروں کی تصاویر اُتارنے کے لیے بنایا گیا تھا۔اس سے کھینچی گئی کچھ تصاویر سیال میکانیات کے عالمی رسالے (Journal of Fluid Mechanics) میں شائع ہوئیں۔

جب مجھے انڈین انسٹی ٹیوٹ آف سائنس میں آئے ہوئے دو برس ہو گئے تو دھاون نے مجھ سے کہا کہ اگر میں کچھ مزید سیکھنا چاہتا ہوں تو مجھے کیلی فورنیا انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی میں جانا ہوگا۔آج یہ بات بڑی عجیب لگتی ہے لیکن اُس وقت میں ان لوگوں میں سے نہیں تھا جنھیں باہر جانے کا شوق ہوتا ہے۔شاید میں فیشن ایبل چیزوں سے پرہیز کرتا تھا یا پھر میرا وہ تعلق مانع تھا جو ان دنوں بنگلور کے کچھ سر پھرے ذہین دوستوں کے گروپ کے ساتھ تھا۔وہ ان لوگوں کی غیر معمولی عزت کرتے تھے جو چاہے سائنس میں کچھ نمایاں خدمت انجام نہ دے سکیں مگر بھارت میں رہ کر ہی سائنسی کام انجام دینے کو ترجیح دیں۔ان سب باتوں کے باوجود میں کیلی فورنیا انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی جا پہنچا۔اسے عام طور پر اس کے مخفف کے لحاظ سے کالٹیک (Caltech) کہا جاتا ہے۔وہاں پہنچتے ہی مجھے فوری طور پر یہ احساس ہوا کہ دھاون کا میرے یہاں آنے پر اصرار بے جا نہ تھا۔ میں نے یہاں ہنس لیپمان (Hans Liepmann) کے ساتھ کام کیا جو اس سے پہلے دھاون کے اُستاد ہوا کرتے تھے۔ مجھے اس نئی جگہ سے مانوس ہونے میں ایک سال لگ گیا کیونکہ 1950 کی دہائی کے بنگلور اور امریکی ریاست کیلیفورنیا کے شہر پساڈینا (Pasadena) میں جغرافیائی، سائنسی، ثقافتی اور اقتصادی اعتبار سے زمین آسمان کا فرق تھا۔تاہم آنے والے پانچ سال میری زندگی کا مصروف ترین عرصہ تھا کیونکہ لیپمان اور کالٹیک دونوں نے اپنے دوستانہ انداز میں میری ملاقات ایک اور نئی دنیا سے کروادی تھی اور اس دنیا کا تعلق علم کی ان سرحدوں سے تھا جہاں عالمی سائنس جا پہنچی تھی۔انھوں نے بڑی فراخ دلی کے ساتھ ایک سبزی خور، سنکی ایشیائی اور نہ جانے اور کن کن عیبوں سے پُر شخص کو نہ صرف قبول کیا بلکہ اس کے ساتھ اتنا اچھا سلوک کیا کہ پساڈینا اگر پہلا نہیں تو اس کا دوسرا گھر ضرور بن گیا۔

بہر حال میں 1962ء کے اواخر میں واپس بنگلور پہنچ گیا۔ اِس کے بعد کبھی کبھار میں دنیا کے دوسرے حصوں کے سفر پر نکلا ضرور ہوں مگر میں نے دوبارہ یہ جان لیا ہے کہ میں جہاں بھی آؤں جاؤں میرا پہلا گھر بنگلور ہی رہے گا۔ اس بات کو چالیس سال سے زیادہ ہو گئے ہیں اور ان برسوں کے دوران میں نے کچھ بنانے اور کچھ کرنے میں توازن کو برقرار رکھا ہے۔ اگرچہ اس طرح آگے بڑھتے ہوئے کبھی کبھی مایوس کن لمحات بھی آئے ہیں لیکن میں اپنے اس مفید طرزِ عمل کو کسی قیمت پر بھی ترک کرنے والا نہیں۔ یہاں کام کرتے ہوئے مجھے بہت جلد سیال حرکیات (fluid dynamics) کے سلسلے میں ایک سند تسلیم کر لیا گیا اور میں ہر وقت ایسی تحقیقات کی تلاش میں رہنے لگا جنھیں میں بنگلور میں ہی ان سہولتوں کے ساتھ انجام دے سکوں جو ہمیں میسر تھیں یا جنھیں ہم خود تیار کر سکتے تھے۔ اس صورت حال میں ہمارے کام کی رفتار اکثر سست رہتی تھی لیکن کام کا مکمل ہونا یقینی تھا اور چند ہی برسوں میں ذہین طلبہ اور معاونین کا ایک ایسا گروپ بن گیا جو بہت جلد اپنے اپنے کام کے ماہر ہو گئے اور جوش اور ولولے کا ایک سماں بندھ گیا۔ اس وقت ہم جو تحقیق کر رہے تھے اسے اب میرے خیال میں بہاؤ کی ایک حالت سے دوسری حالت میں تبدیلی (flow transition) پر کام کا نام دینا زیادہ مناسب ہے۔ مائع کے بہاؤ کے متعلق عام مشاہدہ یہی ہے کہ یہ یا تو یکساں اور پُرسکون بہاؤ (laminar) ہوتا ہے یا متلاطم (turbulent) ۔ اگر آپ اپنے واش بیسن کی ٹونٹی کھول کر دیکھیں تو آپ کو بہاؤ کی ان کیفیات کا پتا چل جائے گا۔ جیسے جیسے بہاؤ کی ایک حالت سے دوسری میں تبدیلی پر میری توجہ مرکوز ہوگئی اور میں سوچنے لگا کہ کیا یہ تبدیلیاں یکدم ظہور پذیر ہوتی ہیں جیسے کہ یہ بہاؤ کسی پلیٹ پر سے گزرنے کے بعد اچانک ایک مقام پر متلاطم ہو جاتا ہے...... اور اگر ایسا ہے تو یہ سب کتنا اچانک ہوتا ہے اور کیوں؟ اور اگر ایسا بتدریج ہوتا ہے تو یہ تبدیلی کب واقع ہوتی ہے اور کیوں؟ کیا بہاؤ ایک بار متلاطم ہونے کے بعد پھر تبدیل ہو کر پرسکون ہو سکتا ہے؟ بہاؤ کا متلاطم سے پرسکون حالت میں تبدیل ہونا اس وقت ایک عجیب بات سمجھی جاتی تھی اور مجھے یاد ہے کہ 1960ء اور 1970ء کی دہائیوں میں سیال حرکیات کے جتنے بھی ماہرین میری بنگلور کی لیبارٹری میں آئے انھوں نے میری اس دریافت کو ناقابل یقین قرار دیا اگرچہ میں نے انھیں اپنے شاندار تجربات دکھائے اور ان کے نتائج کی مدلل وضاحتیں بھی پیش کیں جو میں نے اور میرے طلبا نے تیار کیں تھیں۔ علاوہ ازیں میں نے بہاؤ میں تبدیلی کی ایک اور قسم کا بھی مطالعہ کیا۔ یہ آواز سے تیز رفتار بہاؤ کا آواز سے کم رفتار بہاؤ میں بدلنا تھا، جس سے تصادمی لہریں (shock waves) جنم لیتی ہیں۔ یہ مطالعہ بھی بہت دلچسپ رہا اور اس نے مجھے کئی برس مصروف رکھا۔

1970ء اور 1980ء کی دہائیوں کے دوران میں اس نتیجے پر پہنچا کہ ایک بھارتی سائنسدان کے لیے سیال

حرکیات کے سب سے اہم حل طلب مسئلے کا تعلق مون سون سے ہے۔ چنانچہ کئی برسوں کی کوشش کے بعد ہم 1982ء میں انڈین انسٹی ٹیوٹ آف سائنس میں فضائی سائنسوں کی تعلیم کا نیا مرکز (Centre for Atmospheric Sciences) قائم کرنے میں کامیاب ہوگئے ۔ (اب اس مرکز میں بحری علوم کی بھی تعلیم دی جاتی ہے)۔ اس مرکز کے قیام کے بعد سے باعزم سائنسدانوں کا ایک گروپ یہاں مون سون کے مختلف پہلوؤں کے متعلق دلچسپ کام انجام دے چکا ہے۔ ایک عرصے سے مجھے بھی بادلوں کے مطالعے کا شوق رہا ہے۔ میں اکثر سوچتا تھا کہ بنگلور اور دیگر گرم مرطوب آب وہوا کے ملکوں میں مون سون کے دوران گہرے بادل (cumulus clouds) راکٹ کے دھوئیں کی طرح پھیلتے کیوں نہیں بلکہ گوبھی کے پھول کی طرح گھنے کیوں ہوجاتے ہیں یا ایک مینار کی طرح کیوں بلند ہو جاتے ہیں۔ کئی ناکام کوششوں کے بعد آخرکار ہم نے بادلوں جیسے مرغولوں (plumes) کے مطالعے کا ایک دلچسپ طریقہ دریافت کرلیا، اور کیا آپ یقین کریں گے کہ وہ محض پانی کا ایک ٹینک تھا۔ یہ بات حیران کن محسوس ہوگی لیکن ہم 'پانی کے ان بادلوں' میں سے بجلی کا کرنٹ گزار کے حرارت پیدا کر سکتے تھے (اس پانی میں تیزاب ملا کر ہم نے اس میں بجلی کی روانی کو آسان بنا دیا تھا) اور اس طرح ہم نے حقیقی بادلوں میں مخفی حرارت (laten heat) کے اخراج کی تشبیہ حاصل کر لی تھی۔ (میرے خیال میں یہی وہ خاص چیز ہوسکتی تھی جو ایک بادل کو عام مرغولہ (plume) سے مختلف بناتی ہے)۔ ان تجربات سے یہ بات خوبصورت انداز میں واضح ہوگئی کہ بادل ایسا طرزِ عمل کیوں اختیار کرتے ہیں۔ پہلے پہل یہ بات ناقابل یقین معلوم ہوگی کہ یہ بھی تبدیلی کی ایک ذیلی قسم ہے جس میں ترتیب جزوی طور پر خراب ہوجاتی ہے اگرچہ یہ ایک بڑی نرم تبدیلی ہے۔ جب میں اپنے بچپن میں بادلوں کو دیکھتا رہتا تھا تو ایک سخت گیر بزرگ جو دل کے بہت صاف تھے مجھے ڈانٹ کر کہا کرتے تھے ''او آسمان کو گھورنے والے! بہتر ہوگا کہ کبھی زمین پر بھی نظر ڈال لیا کر'' لیکن میں باز نہیں آیا اور آج اپنی لیبارٹری میں مجھے مصنوعی بادل بنانا اچھا لگتا ہے۔

میں جب پیچھے مڑ کے دیکھتا ہوں تو مجھے احساس ہوتا ہے کہ میں کتنا خوش قسمت تھا کہ مجھے اتنے اچھے اُستاد ملے جنھوں نے میرے لیے کتنے ہی نئے دروازے کھول دیئے اور مجھے من موہنی دنیاؤں سے روشناس کرایا۔ ان راستوں سے گزرتے ہوئے مجھے پتا چل گیا ہے کہ میں عام راہوں سے ہٹ کر کام کرنے کا عادی ہو چکا ہوں اور مجھے اسی میں لطف آتا ہے۔

حواشی

* **تعارف:** روڈم نرسمہا(Roddam Narasimha) پیدائش 1933ء، خلائی وفضائی پرواز اور سیال حرکیات کے بھارتی ماہر ہیں۔انھوں نے بالائی فضا کے متعلق وسیع پیمانے پر تحقیق کی ہے۔

(i)۔ میگھاناد ساہا(Meghanad Saha)(1956ء-1893ء)ڈھاکہ کے ایک قریبی گاؤں میں پیدا ہوئے تھے۔ان کا شمار مشہور فلکی طبیعیات دانوں میں ہوتا ہے۔ساہا مساوات ان کی پہچان ہے۔اس مساوات سے ستاروں کی طبیعیاتی اور کیمیائی حالت کا پتا لگایا جا سکتا ہے۔

(ii)۔سی۔وی۔رامن (C. V. Raman) دیکھیے صفحہ نمبر 278 ۔

(iii)۔ہوائی سرنگ(wind tunnel)دیکھیے صفحہ نمبر 62۔

سائنسی کام کرنے کا ولولہ
(The Excitement of Doing Science)

جیانت وی۔ نارلیکر*
(Jayant V. Narlikar)

پونا یونیورسٹی، پونے، بھارت
(Poona University, Pune, India)


© Courtesy of IUCAA

ایک ایسے وقت میں جب تعلیم پر خالص تجارتی انداز چھایا ہوا ہے، اس واضح حقیقت کو بیان کرنا ضروری ہو گیا ہے کہ اگرچہ خالص سائنس کے لیے تحریک محض علم کی پیاس سے جنم لیتی ہے لیکن یہی خالص سائنس، اطلاقی سائنس اور ٹیکنالوجی کے اُس عظیم ڈھانچے کے لیے بنیاد فراہم کرتی ہے جو موجودہ تہذیب وتمدن کا بنیادی سہارا بن چکا ہے۔ بلکہ اس سے بھی آگے بڑھ کر ہمیں اس بات پر زور دینے کی ضرورت ہے کہ آج کی خالص سائنس دانشوروں کی ان کاوشوں کا ایک قدرتی تسلسل ہے جو وہ قدرت کے اسرار ورموز کو سمجھنے کے لیے عرصۂ دراز سے اب تک مسلسل کرتے چلے آئے ہیں۔ قدیم حکماء نے آگہی کی تلاش میں دکھوں کا طویل سفر طے کیا جس نے منزل کے حصول کو ایک عظیم وجدانی کیفیت کا حامل بنا دیا۔ سائنسدانوں کو بھی سچ کی تلاش میں ایسی ہی اذیت سے گزرنا اور یونہی پُر لطف منزلوں تک پہنچنے کا تجربہ ہوتا ہے۔ اذیت اس وقت ہوتی ہے جب ہم کسی مسئلے کے حل کی تلاش میں سرگرداں ہوتے ہیں مگر کوئی حل نظر نہیں آتا، اگرچہ ہمیں پختہ یقین ہوتا ہے کہ اس مسئلے کا حل موجود ہے۔ اور سرشاری کا لمحہ اس وقت آتا ہے جب آپ یہ حل ڈھونڈ نکالتے ہیں۔ آئزک نیوٹن (Isaac Newton)[(i)] کو آج کی طبیعیات کا بانی مانا جاتا ہے۔ آیئے ان کی زندگی کے ایک واقعہ سے آغاز کرتے ہیں۔

***

آئزک نیوٹن کی پیدائش کو ساڑھے تین سو سال سے زیادہ مدت گزر چکی ہے۔ مندرجہ ذیل تفصیلات اس بات کی عکاسی کرتی ہیں کہ نیوٹن کے ہم عصر اسے کس نگاہ سے دیکھتے تھے۔ یہ 1696ء کی بات

ہے جب نیوٹن نے سائنس کے پیشے کو خیر باد کہہ دیا تھا اور برطانیہ کی شاہی ٹکسال (Mint) کا منتظم بن گیا تھا۔ تاہم ایک سچا سائنسدان کبھی سائنس سے الگ نہیں ہوسکتا۔ ہوا یوں کہ اسی زمانے میں کسی نے نیوٹن کی توجہ ریاضی کے ایک مسئلے کی طرف مبذول کرائی جسے یورپ کے ایک مشہور ریاضی دان جوہن برنولی (Johann Bernoulli) نے ایک چیلنج کے طور پر پیش کیا تھا۔ تمام سائنسدان پچھلے چھ ماہ سے پورا زور لگا کر بھی اسے حل کرنے میں کامیاب نہیں ہو سکے تھے۔ اس مسئلے کو مختصراً یوں بیان کیا جا سکتا ہے۔ فرض کیجیے ایک عمودی تختے پر اے (A) اور بی (B) دو نقاط ہیں۔ ان میں سے اے، بی سے زیادہ بلندی پر ہے۔ ان دونوں نقاط کو اب کسی بھی شکل کی ہموار تار سے ملایئے اور ایک منکے (bead) کو اس تار کے ذریعے بغیر رگڑ کے پھسلتا ہوا اے سے بی تک لایئے۔ برنولی کا سوال یہ تھا کہ ''تار کی ایسی شکل تلاش کیجیے کہ منکے کو اے سے بی تک آنے میں کم سے کم وقت لگے''۔ اگر آپ یہ سمجھتے ہیں کہ A سے B کو ملانے والی سیدھی لائن پر تار کو رکھنا ہی اس سوال کا صحیح جواب ہے (کیونکہ یہی دونوں کے درمیان کم سے کم فاصلہ ہے) تو آپ کو دوبارہ سوچنا ہوگا۔ کسی گھماؤ پھراؤ کے بغیر میں یہ کہہ سکتا ہوں کہ اس سوال کا جواب بلاشبہ اتنا سیدھا سادہ نہیں ہے اور یہ بات تو میں پہلے بھی کہہ چکا ہوں کہ یورپ کے بہترین دماغ اس سوال کو حل کرنے میں ناکام ہو چکے تھے۔

کہا جاتا ہے کہ نیوٹن ایک شام اپنے کام سے واپس آیا تو اس نے یہ سوال دیکھا اور اس سوال نے اسے تجسس میں ڈال دیا۔ اس نے اسے حل کرنے کی کوشش کی۔ اس کام میں اسے کئی گھنٹے لگ گئے مگر اگلی صبح تک اس نے یہ سوال حل کر لیا تھا۔ اس کے لیے تار کو جو شکل دینی تھی اسے اب براچسٹو کرون (brachistochrone) کہتے ہیں۔ اس سوال کا حل ریاضی کے تغیری طریقوں (variational methods) سے ممکن ہے جو کیلکولس میں استعمال ہوتے ہیں اور خود نیوٹن کے ایجاد کردہ ہیں۔ اس مسئلہ کو حل کرنے کے بعد نیوٹن نے یہ حل رائل سوسائٹی (Royal Society) کو بھیج دیا اور سوسائٹی کے صدر سے کہا کہ وہ اسے شائع کر دیں اور اس کا نام ظاہر کیے بغیر برنولی (Bernoulli) کو بھیج دیں۔ برنولی نے جب یہ حل دیکھا تو اسے فوری طور پر معلوم ہوگیا کہ نیوٹن کے علاوہ یہ کسی اور کا کام نہیں ہوسکتا اور بتایا جاتا ہے کہ اس نے اسی وقت کہا کہ ''میں نے شیر کو اس کے پنجے سے پہچان لیا ہے''۔

اس واقعہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک مسئلہ کسی سائنسدان کے لیے کتنا کرب اور کتنی سرخوشی لا سکتا ہے۔ حالانکہ جس وقت نیوٹن کے سامنے یہ مسئلہ آیا اس وقت نیوٹن سائنسی مشاغل سے دور ہو چکا تھا۔ اس کے باوجود نیوٹن کے اندر کے سائنسدان کو اس چیلنج نے جگا دیا اور اُس نے اس وقت تک آرام نہیں کیا جب تک مسئلے کو حل نہیں کر لیا۔ آیئے ایک اور بڑے سائنسدان کی زندگی کے واقعہ پر نظر دوڑاتے ہیں۔

***

اپنی ابتدائی زندگی میں لارڈ کیلوِن (ii) (Lord Kelvin) اپنے خاندانی نام تھامسن (Thomson) سے پہچانے جاتے تھے۔ اس کہانی کا تعلق تھامسن اور ایک اور نوجوان پارکن سن (Parkinson) سے ہے۔ یہ دونوں جامعہ کیمبرج میں ریاضی کے ٹرائپوس (Tripos) کے امتحان میں اعلیٰ پوزیشن حاصل کرنے کے لیے مقابلہ کر رہے تھے۔ اس مقابلے میں پارکن سن نے اول پوزیشن حاصل کی اور تھامسن کو دوسری پوزیشن ملی جبکہ باقی طلبہ ان دونوں سے بہت پیچھے تھے۔

اس امتحان میں ایک سوال خاص طور پر مشکل تھا جس کا جواب صرف ان دونوں نے صحیح دیا تھا۔ ممتحن کو جس بات نے شبے میں مبتلا کیا وہ یہ تھی کہ دونوں کے جوابات ایک دوسرے سے ملتے جلتے تھے۔ اسے یہ شک ہوا کہ دونوں میں سے کسی ایک نے دوسرے کی نقل کی ہے۔ چنانچہ اس نے پارکن سن کو انٹرویو کے لیے بلایا۔

اس نے پارکن سن سے پوچھا ''مجھے بتاؤ کہ تم نے یہ مشکل سوال کیسے حل کیا؟''

پارکن سن نے ایک جریدے کا حوالہ دیتے ہوئے جواب دیا ''جناب میں گاہے بگاہے تحقیقی جریدے پڑھتا رہتا ہوں۔ مجھے ایک جریدے میں ایک مضمون مل گیا تھا جس میں مضمون نگار نے اس مسئلے کو حل کیا تھا، اس لیے میں پہلے سے ہی اس کا حل جانتا تھا''۔

ممتحن جس نے اسی جریدے سے اس سوال کو لیا تھا بہت متاثر ہوا۔ اس نے تعلیمی نصاب کے ساتھ ساتھ علم میں اضافے کے لیے نئے مضامین پڑھنے پر لڑکے کی بہت تعریف کی اور اس کی پیٹھ تھپتھپا کر اسے رخصت کر دیا۔ پھر تھامسن کو بلایا اور کچھ سخت لہجے میں کہا ''میں یہ جاننا چاہتا ہوں کہ تم نے اس سوال کو کیسے حل کر لیا۔ پارکن سن جس نے اس سوال کو حل کیا ہے اس کا تو کہنا ہے اس نے اس کا جواب تحقیق کے ایک جریدے میں دیکھا تھا۔ اب تم یہ مت کہنا کہ تم نے بھی اسی جریدے میں دیکھا تھا''۔ مستقبل کے لارڈ کیلوِن نے جواب دیا ''نہیں جناب میں یہ نہیں کہوں گا، کیونکہ وہ مضمون میں نے ہی لکھا تھا۔''

سائنسی تحقیق میں قوتِ تخلیق معنی رکھتی ہے۔ اس لیے آج کوئی بھی اُس پارکن سن کو نہیں جانتا جو امتحان میں اوّل آیا تھا لیکن تھامسن کا کام ہماری نصابی کتب کا حصہ ہے۔

ان عظیم سائنسدانوں کی مثالیں ہمیں یہ جذبہ عطا کرتی ہیں کہ ہم اپنی چھوٹی موٹی کوششوں کو جاری رکھیں۔ اب میں آسمان سے زمین پر آتا ہوں اور آپ کو اپنے ان تجربات کا احوال بتاتا ہوں جنھوں نے مجھے سائنس کا پیشہ اختیار کرنے پر آمادہ کیا۔ یہ تجربے میری زندگی کے ابتدائی دور میں پیش آئے اور انھیں سکول کے

طالب علم بہت اچھی طرح سمجھ سکتے ہیں۔

***

میرے والد نے اس بات کو محسوس کر لیا تھا کہ مجھے ریاضی اور سائنس پسند ہے۔ انھوں نے ہی مجھے ریاضی کے تفریحی پہلو سے روشناس کرایا جس میں ریاضی کے چٹکلے، معمے اور ظاہری تضاد (paradoxes) والے بیانات کا خزانہ ہوتا ہے۔ وہ یا تو خود میرے ساتھ اس سرگرمی میں حصہ لیتے تھے یا مجھے اس سے متعلق کتابیں لا کر دیتے تھے۔ وہ تجربات کرنے کے لیے میرا اور میرے بھائی کا حوصلہ بڑھاتے تھے۔ یونیورسٹی کیمپس میں ہمارا گھر اتنا بڑا تھا کہ انھوں نے کھیلنے کے لیے مجھے اور میرے بھائی کو کیمیا کی ایک تجربہ گاہ بنوا دی تھی۔

ان دنوں یہ رواج تھا کہ دوسری یونیورسٹیوں سے آنے والے اپنے مقامی میزبان کے پاس قیام کرتے تھے۔ چنانچہ این۔آر۔ سین (N.R.Sen)، رام بہاری (Ram Behari)، اے۔سی۔ بنرجی (A.C.Banerjee)، ودیاناتھ سوامی (Vaidyanatha Swamy) جیسے ریاضی دان ایسے موقعوں پر ہمارے پاس ٹھہرتے تھے۔ اگرچہ ان کی باتیں میری سمجھ سے بالا ہوتی تھیں، لیکن صرف ان کے آنے سے جو ماحول بن جاتا تھا اس نے ریاضی کو میرے لیے پُرکشش بنا دیا تھا۔

جب میں آٹھویں جماعت میں تھا تو ایک ایسا اہم واقعہ پیش آیا جس نے میرے اندر مقابلہ کرنے کی روح بیدار کر دی۔ ہوا یوں کہ میرے ماموں موریشور حضور بازار (Moreshwar Huzurbazar) جنھیں میں مورو ماما کہتا تھا ریاضی میں ایم ایس سی کرنے کے لیے ہمارے پاس رہنے آ گئے۔ وہ بڑے ذہین سکالر تھے اور انھوں نے بمبئی یونیورسٹی سے بی ایس سی کا امتحان اچھے نمبروں سے پاس کیا تھا۔ (بعد میں وہ بمبئی انسٹیٹیوٹ آف سائنس میں پروفیسر ہوئے اور پھر اس کے ڈائریکٹر ہو گئے)۔

مورو ماما کو پتا چل گیا کہ مجھے ریاضی کے سوالات حل کرنے میں بڑی دلچسپی ہے۔ انھوں نے یہ بھی دیکھ لیا کہ میرے والد نے میرے اور میرے بھائی کے لیے دیواروں پر دو الگ الگ بلیک بورڈ بھی بنوا دیئے ہیں تاکہ ہم جب چاہیں ان پر کچھ لکھ سکیں یا بنا سکیں۔ مورو ماما نے ان بلیک بورڈوں کا ایک نیا مصرف ڈھونڈ نکالا۔ وہ کبھی کبھار ان پر ریاضی کا کوئی مسئلہ یا معمہ لکھ کر اس کے عنوان کے نیچے لکھ دیتے ''جے۔وی۔این کے لیے چیلنج مسئلہ''۔ یہ مسئلہ اس وقت تک بورڈ پر رہتا جب تک یا تو میں اسے حل کر لیتا یا ہار کر اس کا جواب پوچھتا۔ (مجھے یہ بتاتے ہوئے بڑی خوشی ہو رہی ہے کہ شاذ و نادر ہی مجھے ہار ماننا پڑتی تھی)۔

مورو ماما مجھے جو سوال دیتے تھے وہ میرے سکول کے نصاب میں سے نہیں ہوتے تھے۔ انھیں حل کرنے کے لیے تجزیاتی دلائل اور کچھ چالاکی استعمال کرنا پڑتی تھی اور انھیں حل کرنے سے مجھ پر ریاضی کے

چھپے ہوئے پہلو روشن ہو جاتے تھے۔ مجھے ہمیشہ اس بات کا دکھ رہا کہ میں نے ان سوالوں کا کوئی ریکارڈ کیوں نہیں رکھا لیکن جہاں تک میرا تعلق ہے تو کسی مشکل سوال کو چیلنج سمجھ کے قبول کرنا میرا عمومی مزاج بن گیا ہے۔

شاید مجھے یہاں ''اصحاب ریاضی'' (Men of Mathematics)، ''ریاضی کی دنیا'' (The World of Mathematics) اور ''عظیم سائنسدانوں کی یادگار سوانح'' (Living Biographies of Great Scientists) جیسی کتابوں کا بھی ذکر کرنا چاہیے۔ ان کتابوں نے میرے کچے دماغ پر تخلیقی صلاحیتوں کے مالک ذہین و فطین لوگوں کی مایوسی اور سرشاری کے لمحات کو نقش کرنے میں بڑا اہم کردار ادا کیا ہے۔ اس مضمون کے شروع میں میں نے جو قصے بیان کیے ہیں ان سے یہ واضح ہو جاتا ہے کہ سائنس کوئی ایسا بے لطف مضمون نہیں جسے ازبر کرنا پڑے بلکہ یہ تو مہم جوئی کا میدان ہے۔ ان سے ہمیں پتہ چلتا ہے کہ عظیم سائنسدان بھی احساس تفاخر اور تعصّبات میں مبتلا ہوتے ہیں اور کبھی کبھار وہ بھی غلطی کر جاتے ہیں۔ لیکن سائنس میں خود ہی غلطیوں کو درست کرنے کا رجحان موجود ہوتا ہے جو بالآخر صحیح جواب کی طرف لے جاتا ہے۔ ان کتابوں کا مطالعہ بھی میرے لیے سائنس کے پیشے کے انتخاب کا ایک محرک بنا۔

میری خوش قسمتی تھی کہ جب میں کیمبرج سے پی ایچ ڈی کر رہا تھا تو میرے نگران ممتاز سائنسدان فریڈ ہائیل (Fred Hoyle)[iii] تھے۔ جس وقت میں ان کے پاس پہنچا اس وقت میں ایسا گریجویٹ طالب علم تھا جس کے پاس تحقیق کا کوئی تجربہ نہیں تھا لیکن سائنس پر مجھ سے بات کرتے ہوئے وہ ہمیشہ مجھے یہ تاثر دیتے گویا میں انکا ہم پلہ ہوں۔ ان کا طریقہ یہ تھا کہ وہ ایک خیال میرے سامنے پیش کرتے اور پھر پوچھتے ''اس بارے میں تمھارا کیا خیال ہے؟'' یا اگر میرے ذہن میں کوئی تجویز آتی تو وہ اسے بڑی توجہ سے سنتے۔ چنانچہ 1961ء کے اوائل میں، جب مجھے ایک طالب علم کی حیثیت سے وہاں پہنچے ہوئے ابھی مشکل سے چھ ماہ ہی ہوئے تھے کہ ہائل۔رائل تنازعہ (Hoyle-Ryle controvesy) پیدا ہو گیا۔ چونکہ میں ہائل کے ساتھ کام کر رہا تھا، اس لیے مجھے بھی اس تنازعے میں حصہ لینا پڑا۔ اس تنازع میں کیمبرج میں ریڈیو فلکیات (radio astronomy) کے شعبے کے سربراہ مارٹن رائل (Martin Ryle)[iv] نے یہ دعویٰ کیا کہ انھوں نے ریڈیو فریکوینسی پر موصول ہونے والی لہروں سے جو اعداد و شمار حاصل کیے ہیں وہ کائنات کے متعلق اس یکساں حالت کے نظریہ (steady state cosmological Theory) کی تصدیق نہیں کرتے جو ہائل (Hoyle) نے پیش کیا ہے۔ ہائل نے یکساں حالت کے نظریہ میں یہ بیان کیا تھا کہ کائنات ابدی ہے اور اس کی بڑے پیمانے پر جو خصوصیات ہیں وہ تبدیل نہیں ہوتیں اور اس کائنات کا نہ تو کوئی نقطۂ آغاز ہے اور نہ اختتام۔ فریڈ کا خیال تھا

کہ رائل نے جو اعداد و شمار جمع کیے ہیں ان میں بہت سی خامیاں ہیں، اس لیے انھوں نے مجھے ایسے متضاد حقائق تلاش کرنے پر لگا دیا جو رائل کے دعوے کو غلط ثابت کر سکیں۔

مجھے یاد ہے کہ ہمارے پاس وقت کم تھا، ایسے میں جوابی ثبوت کو ہر اعتبار سے درست بنانے، ان کی نوک پلک سنوارنے میں مجھے بڑے جتن کرنا پڑے۔ یہ طے پا چکا تھا کہ رائل (Ryle) شاہی فلکیاتی سوسائٹی لندن (Royal Astronomical Society, London) کے سامنے اپنے نتائج پیش کرے گا اور ہمیں اس اجلاس سے پہلے اپنا جوابی کام مکمل کرنا تھا۔ ہم نے یہ کام وقت کے اندر اندر مکمل کر بھی لیا تھا مگر ہوا یہ کہ ہائل کی پہلے سے کوئی ملاقات طے تھی جس کی وجہ سے وہ خود شاہی فلکیاتی سوسائٹی کے سامنے پیش ہونے سے قاصر تھا۔ چنانچہ انھوں نے مجھے کہا کہ جو کام میں نے کیا ہے اسے میں خود پیش کروں۔ میں عجیب مخمصے میں پڑ گیا، میں نے سوچا میں یہ کام کیسے کر سکتا ہوں۔ میں ایک ناتجربہ کار طالب علم اور مارٹن رائل ایک ممتاز سائنسدان، اس کے ساتھ عوامی مباحثہ کے میدان میں، میں کیونکر اُتر سکتا ہوں؟ تاہم فریڈ نے مجھ پر یہ بات واضح کر دی کہ سائنس کے میدان میں شہرت کام نہیں آتی، بلکہ اپنے کام کے درست ہونے میں آپ کا پختہ یقین ہی کام آتا ہے۔ پھر انھوں نے مجھے سکھایا کہ مجھے جو مختصر وقت دیا جائے گا اس دوران مجھے اپنا کام کیسے پیش کرنا ہے اور مجھے کامیابی کی دعا دی۔ میں اس مباحثے میں بڑی خوبصورتی کے ساتھ کامیاب رہا۔

اس تجربے نے مجھے بے حد خود اعتمادی دی اور میں محسوس کرتا ہوں کہ اگر ایک نوجوان طالب علم کو اپنے کام کا دفاع کرنے کی ذمہ داری سونپی جائے تو اس سے اسے بہت فائدہ پہنچتا ہے۔ اس تجربے نے مجھے یہ بھی سکھایا کہ سائنسی تحقیق کتنی پُرلطف ہوسکتی ہے۔ یہ مورو ماما کے ان سوالات سے مختلف سلسلہ تھا جن کے جوابات معلوم ہوتے تھے۔ یہاں تو غیر یقینی صورت حال میں نامعلوم کو تلاش کرنا اور ممکنہ طور پر درست نتیجے پر پہنچنے کے لیے حقائق اور دلائل پر بھروسا کرنا پڑتا ہے۔ یہی وہ بات ہے جس نے مجھے اپنی سائنسی زندگی کی ذہنی طور پر تکلیف دہ لمحات کے دوران بھی کام پر آمادہ رکھا، چاہے وہ کام کائنات کے بارے میں ہو، یا کشش ثقل، برقی حرکیات یا نظریاتی فلکی طبیعیات کا کوئی مسئلہ ہو۔ یہ کرب ناک کاوشیں اگرچہ ہمیشہ نہیں مگر کبھی کبھی سرشاری سے بھرپور لمحات بھی عطا کرتی ہیں۔ ہمیشہ اس لیے نہیں کیونکہ سائنس ایک نہ ختم ہونے والا کھیل ہے جسے آپ قدرت کے ساتھ کھیلتے ہیں، اس میں آپ کبھی ہارتے اور کبھی جیت جاتے ہیں۔

میں اس مضمون کو مختصراً اس بات کو بیان کرنے پر ختم کروں گا کہ مجھے ایک اور پیشہ کے چناؤ کا موقع ملا تھا۔ ہوا یوں کہ 1957ء میں، کیمبرج سے ریاضی میں ٹرائپوز کرنے کے لیے جانے سے پہلے میں جناب آر۔ پی۔ پرانج پائی (R. P. Paranjpye) کی خدمت میں حاضر ہوا۔ انھوں نے 1899ء میں کیمبرج سے ریاضی کے

ٹرائپوز میں فرسٹ کلاس حاصل کی تھی۔ انھوں نے مجھ سے پوچھا ''ریاضی میں ٹرائپوز کرنے کے بعد کیا تم بھارتی انتظامی سروس(Indian Administrative Service) میں شامل ہونا پسند کروگے؟'' اس زمانے میں یہ بات عام تھی کہ کیمبرج سے ڈگری حاصل کرنا بھارتی انتظامی سروس میں شامل ہونے کا ایک مناسب زینہ ہے۔ جب آر۔ پی۔ پرانج پائی نے کیمبرج میں امتیازی پوزیشن حاصل کی تھی تو توقع کی جا رہی تھی کہ وہ بھارتی سول سروس میں چلے جائیں گے مگر انھوں نے تدریس کا پیشہ اپنا لیا تھا۔

میرا جناب پرانج پائی کو جواب تھا ''نہیں جناب میں تدریس اور تحقیق کا پیشہ اختیار کرنا چاہتا ہوں۔ مجھے یہ بہت پر لطف معلوم ہوتا ہے''۔ مجھے اپنے اس فیصلے پر کبھی تاسف نہیں ہوا۔

حواشی

* **تعارف:** جیانت وی نارلیکر(Jayant V. Narlikar) (پیدائش 1938ء) علم کائنات (Cosmology) کے بھارتی ماہر ہیں۔ انہوں نے سائنسی تحقیق کے علاوہ سائنسی فکشن پر بھی کتابیں لکھیں۔ بھارتی اور بین الاقوامی اعزازات کے ساتھ ساتھ انہیں کئی اعزازی پی ایچ ڈی کی ڈگریاں بھی ملیں۔

(i)۔ آئزک نیوٹن(Isaac Newton) 1727ء–1642ء دیکھیئے صفحہ نمبر 26۔

(ii)۔ ولیم تھامسن (William Thomson) 1907ء–1824ء جو لارڈ کیلون(Lord Kelvin) کے نام سے بھی پہچانے جاتے ہیں، آئرلینڈ کے ریاضیاتی، طبعیات دان اور انجینئر تھے۔ انھوں نے بجلی کا ریاضیاتی تجزیہ کیا اور حرحرکیات کے پہلے اور دوسرے قوانین کی تدوین میں کلیدی کردار ادا کیا۔ قطعی درجہ حرارت ماپنے کی اکائی اُن کے اعزاز میں کیلون (Kelvin) کہلاتی ہے۔

(iii)۔ فریڈ ہائیل(Fred Hoyle) دیکھیئے صفحہ نمبر 6۔

(iv)۔ سر مارٹن رائل(Marton Ryle) 1984ء–1918ء ریڈیو فلکیات کے ماہر تھے۔ یہ موضوع علم فلکیات کا حصہ ہے اور اس کی ابتدا 1930ء میں امریکی طبعیات دان کارل جانسکی (Karl Jansky) کی اس دریافت سے ہوئی تھی کہ سیاروں اور ستاروں سے برقی مقناطیسی لہریں خارج ہوتی ہیں جن کی فریکوینسی ۳ کلو ہرٹس(3 kHz) سے 300 گیگا ہرٹس(300GHz) ہوتی ہے۔ رائل نے ان لہروں کو وصول کرنے کا ایک نظام تشکیل دیا تھا جسے ریڈیائی دوربین نظام(Radio Telescope Systems) کہتے ہیں اس پر انھیں 1974ء میں انطینی ہیوئش (Antony Hewish) کے ساتھ مشترکہ نوبل انعام ملا تھا۔

ریاضی اور طبیعیات کا جوڑ

(Combining Mathematics and Physics)

سرگے پی۔ نوویکوف*
(Sergey P. Novikov)
میری لینڈ یونیورسٹی، امریکا
(University of Maryland, USA)



© Courtesy of Sergey Novikov

سرگے نوویکوف(Sergey Novikov) یونیورسٹی آف میری لینڈ، کالج پارک، یو۔ایس۔اے (University of Maryland, College Park, USA) میں ایک ممتاز پروفیسر ہیں جہاں1996ء سے اب تک وہ شعبۂ ریاضی اور ادارہ برائے طبیعی سائنس اور ٹیکنالوجی (Institute for Physical Science and Technology) میں کام کرتے آئے ہیں اور وہ کئی رُوسی اداروں کے ساتھ بڑی سرگرمی کے ساتھ میل جول رکھتے ہیں۔انھیں روس کی سائنس اکیڈمی کا رکن منتخب کیا گیا۔اس کے علاوہ انہیں کئی سائنس اکیڈمیوں کے ممبر ہونے کا اعزاز حاصل ہے۔وہ نیشنل اکیڈمی آف سائنس، امریکہ، کے غیرملکی ایسوسی ایٹ (Foreign Associate) ہیں۔ وہ اطالوی سائنس اکیڈمی (Accademia dei Lincei) کے غیرملکی رکن ہیں۔ یورپ کی کلیسائی سائنس اکیڈمی (Pontifical Academy of Sciences) کے رکن، برسلز میں یورپی سائنس اکیڈمی کے فیلو،لندن کی ریاضی سوسائٹی کے اعزازی رکن اور سربیا اکیڈمی آف آرٹس اینڈ سائنسز کے بھی رکن ہیں۔ ایتھنز اور تل ابیب کی یونیورسٹیوں نے انھیں ڈاکٹریٹ کی اعزازی ڈگریاں (Doctor Honoris Causa)دی ہیں۔ انھوں نے ریاضی کی عالمی یونین (International Mathematical Union) سے فیلڈ میڈل،سوویت یونین سے لینن انعام اور سوویت یونین کی سائنس اکیڈمی سے لوباچوسکی (Lobachevski) انعام حاصل کیے۔ 1985ء میں انھیں کولموگوروف(Kolmogorov) کی جگہ ماسکو کی ریاضیاتی سوسائٹی (Moscow Mathematical Society) کا صدر بنایا گیا اور وہ اس عہدے پر گیارہ سال تک فائز رہے۔ جس کے بعد یہ عہدہ 1996ء میں

آرنلڈ (Arnold) نے سنبھال لیا۔اس سوسائٹی نے بیسویں صدی کے دوران ماسکو کے ریاضی دانوں کو ایک مرکزی مجلس(forum) فراہم کرنے میں بنیادی کردار ادا کیا۔انھوں نے پینتیس سے زائد طالب علموں کو اپنی نگرانی میں پی ایچ ڈی کرائی ہے جن میں سے اکثر نامور سائنسدان بنے۔

نوویکوف (Novikov) نے ایک ممتاز نوویکوف- کیلڈیش(Novikov-Keldysh) سائنسی خاندان میں پرورش پائی۔ان کے والد پیٹر (Petr) نوویکوف(1975ء-1901ء) ریاضی میں گروپ تھیوری، ریاضیاتی منطق (mathematical logic)، بیانیہ سیٹ تھیوری (descriptive set theory) اور نیوٹن کی کششِ ثقل کے معکوس مسائل(inverse problem of Newtonian gravity) میں اپنی کلاسیکی تحقیق کی وجہ سے مشہور تھے۔سرگے کی والدہ لوڈملا کیلڈیش(1976ء - 1904ء)[Liudmila Keldysh] ریاضی کی پروفیسر تھیں اور وہ بیانیہ سیٹ تھیوری اور جیومیٹرک ٹوپالوجی[(i)] (geometric topology) کی ماہر مانی جاتی تھیں۔وہ ایک غیر معمولی خاتون تھیں جو اپنی بے پناہ توانائی کو اپنے پانچ بچوں کی دیکھ بھال اور انھیں پڑھانے میں صرف کرتی تھیں۔ان کے شوہر انتہائی ذہین مگر جسمانی طور پر بیمار رہتے تھے۔وہ انھیں بھی سنبھالتی تھیں اور اپنا سائنسی کام بھی جاری رکھتی تھیں۔اس میں کچھ شک نہیں کہ ان کی مدد کے بغیر ان کے شوہر، ان کا چھوٹا بھائی اور ان کے دو بیٹے طبعیات اور ریاضی کے مختلف شعبوں میں نامور سائنسدان نہیں بن سکتے تھے۔1920ء کی دہائی کے اواخر میں انھوں نے اپنے چھوٹے بھائی مِستِسلاو کیلڈیش(Mstislav Keldysh) کو، جن میں ریاضی کی صلاحیتیں نمایاں تھیں، ریاضی دان بننے میں مدد کی، اپنے والد ویسیولوڈ (Vsevolod) کیلڈیش (1965ء - 1878ء) کی خواہش کے برخلاف جو انہیں انجینئر بنانا چاہتے تھے(وہ خود عمارات کی تعمیر کے نامور انجینئر تھے، جن کا ذکر نکیتا خروشچیف(Nikita Khrushchev) کی کتاب میں بھی ہے)۔ بالآخر مِستِسلاو کیلڈیش (1977ء-1911ء) ممتاز اطلاقی ریاضی دان بن ہی گئے۔ اخبارات کے مطابق سپتنک[(ii)] (sputnik) کی تیاری میں انہیں ''مرکزی نظریاتی سائنسدان'' کی حیثیت حاصل تھی۔ اس زمانے میں بالشویک[(iii)] (Bolshevik) ایسے لوگوں کے نام دنیا سے چھپاتے تھے لیکن ماسکو میں بہت سے ریاضی دان اور طبعیات دان جانتے تھے کہ کون کیا ہے۔سپتنک کی تعمیر کے بعد مِستِسلاو 1961ء سے 1975ء تک سوویت یونین کی سائنس اکیڈمی کے سربراہ رہے۔سرگے نوویکوف کا ایک بڑا بھائی لیونڈ(Leonid) جو 1931ء میں پیدا ہوا تھا، ٹھوس حالت کی طبعیات کا مشہور ماہر(solid state physicist) ہے۔ اس خاندان میں کوئی موسیقار، آرٹسٹ اور ایکٹر پیدا نہیں ہوا۔اس خاندان کا کوئی بھی فرد کمیونسٹ پارٹی میں کوئی عہدہ حاصل کرنے کا متمنی نہیں رہا۔لہٰذا سائنس ہی ان سب کی واضح اور فطری پسند تھی۔سرگے جب مڈل اور ہائی سکول میں تھے تو

انھیں احساس ہوا کہ وہ ریاضی کو نہ صرف بڑی آسانی کے ساتھ سیکھ لیتے ہیں بلکہ ریاضی کے سوال بڑے مؤثر انداز میں حل بھی کر لیتے ہیں۔ تاہم وہ اس لیے تذبذب کا شکار رہے کہ ان کے خاندان میں پہلے ہی ریاضی دان بہت تھے۔ پھر 1955ء میں وہ اس مخمصے سے باہر نکل آئے اور انھوں نے ریاضی کو اپنا پیشہ بنانے کا فیصلہ کر لیا۔ اس مقصد کے تحت انھوں نے ماسکو یونیورسٹی کے ریاضی اور میکانیات کے شعبے میں داخلہ لیا۔ اس دور میں اس شعبے کے سربراہ مشہور ریاضی دان اے کولموگوروف [1987ء-1903ء](A.Kolmogorov) اور آئی پٹرووسکی(1973ء-1901ء)[I. Petrovski] تھے۔ اس زمانے میں یہ دنیا میں ریاضی کی بہترین یونیورسٹی مانی جاتی تھی اور اس یونیورسٹی میں ریاضی کے تمام شعبوں کو یکجا کر دیا گیا تھا۔ اس دور میں ماسکو کے مکتب فکر کی یہ بڑی اہم روایت اور صلاحیت تھی کہ وہ کم عمری میں ہی طلبہ کو تخلیقی سائنس کی طرف راغب کرنے کا فن جانتے تھے۔ کولموگوروف کو اس فن میں خاص مہارت حاصل تھی اور وہ اس میں کامیاب بھی رہے تھے۔ ان کے چند طلبہ جن میں وی آرنلڈ (V. Arnold)(پیدائش :1937ء)اور یا سینائی(Ya. Sinai)(پیدائش: 1935ء) بھی شامل تھے جو ان کے ساتھ کام کرتے ہوئے اپنے بہت ابتدائی زمانے میں ہی مشہور ہو گئے تھے۔

1955-56 ء کے دوران مختلف کورسز پڑھنے کے بعد سرگے نوویکوف نے الجبریائی ٹوپالوجی (Algebraic Topology) میں تحقیق کا انتخاب کیا۔ اس وقت یہ افواہ اُڑ رہی تھی کہ اس شعبے میں مغرب نے کافی ترقی کر لی ہے، جبکہ روسی مکتب ابھی تک اس میں زیادہ پیش رفت نہیں کر سکا۔ سرگے ریاضی کا کوئی ایسا شعبہ اختیار کرنا چاہتے تھے جو ان کے خاندان کے ریاضی دانوں سے بالکل مختلف ہو۔ اس اعتبار سے ان کے لیے الجبریائی ٹوپالوجی کا شعبہ انتہائی موزوں تھا۔ اس وقت ٹوپالوجی کے کچھ ہوشیار نوجوان ماہرین سامنے آ چکے تھے۔ ان میں پروفیسر ایم پوسٹنی کوف (M.Postnikov)(پیدائش 1927ء) اور اے شوارز (A.Schwarz)(پیدائش1934ء) جیسے افراد شامل تھے جنھوں نے نئی ٹوپالوجی پڑھانی شروع کر دی تھی۔ مؤخرالذکر خود پوسٹ گریجویٹ طالب علم تھے۔ سرگے نوویکوف کو یہ مضمون پسند آ گیا چنانچہ انھوں نے 1956ء میں ان نوجوانوں کے کورسز میں شمولیت اختیار کر لی اور ان کے سیمیناروں میں حصہ لینے لگے۔ مختصر یہ کہ مغرب کے بہترین ماہرین ٹوپالوجی نے زمانۂ حال میں جو کامیابیاں حاصل کی تھیں انھیں سمجھنے کے لیے ایک انتہائی مشکل دورانیے سے گزرنے کے بعد سرگے نوویکوف اس قابل ہو گئے کہ وہ اس شعبے میں اپنے طور پر تحقیق کر سکیں۔ اس کے ساتھ ہی ایک تبدیلی یہ آئی کہ سوویت یونین کا آہنی پردہ (Iron Curtain)(iii) 1950ء کی دہائی میں پہلے جیسا نہیں رہا تھا اور اس میں سے بہت کچھ نظر آنے لگا تھا۔ پھر 1960ء کی دہائی کے شروع میں مغرب سے جے ملنر (J. Milnor)، ایف ہرزے بروخ (F. Hirzebruch)، ایس سمیل (S.

(Smale، ایچ کارٹن (H. Cartan)، ایم اتیہ (M. Atiyah) اور آئی سنگر (I. Singer) جیسے معروف سائنسدانوں نے سوویت یونین کا دورہ کیا۔ اس دورے سے نوجوان روسی سائنسدانوں خاص طور پر سرگے نوویکوف کو بڑی مدد ملی۔

سرگے نوویکوف کو 1967ء میں سوویت یونین کا لینن انعام اور 1970ء میں ریاضی کی عالمی یونین کی طرف سے فیلڈ میڈل ملا۔ یہ سائنس کے میدان میں اعلیٰ ترین ایوارڈ ہیں لیکن نیس (Nice) میں ہونے والی عالمی ریاضی یونین کی تقریب تقسیم انعامات میں شرکت کی انہیں اجازت نہ ملی۔ یہ درحقیقت اس بات کی سزا تھی کہ انہوں نے کمیونسٹ پارٹی کے ایک مخالف کے دفاع میں (جسے گرفتار کر کے دماغی امراض کے ہسپتال میں بھیج دیا گیا تھا) حکومت کو ایک خط لکھا تھا۔

اُن کی گہری ترین ٹوپالوجی تھیورم (topology theorem) یہ تھی جس نے یہ ثابت کیا کہ ریاضی کے کچھ تجزیاتی بیانات (analytical expression) جو ریمان خمیدگی (Riemannian Curvature) کے استعمال سے بنتے ہیں، (جنھیں پونتریاگن کلاسز (Pontryagin classes) کہا جاتا ہے) وہ ٹوپالوجی کے لحاظ سے غیر متبدل ہیں۔ یہ ایسی مقداریں ہیں جو مختلف مینی فولڈز (manifolds) میں جیومیٹری اور تجزیے کے تمام اہم قاعدوں میں شامل ہوتی ہیں۔

نویکوف نے کئی جہتی مینی فولڈز (multidimensional manifolds) کی درجہ بندی کا ایک مؤثر طریقہ دریافت کیا (جو براوڈر۔نویکوف (Browder-Novikov) [1961-64ء] نظریہ کے نام سے جانا جاتا ہے) اور اس کے ساتھ انھوں نے ہوموٹوپی گروپس (homotopy groups) اور کوبورڈزمز (cobordisms) جیسی ٹوپالوجی کی اہم مقداروں کو حل کرنے کے لیے الجبرے کی ایک تکنیک بھی دریافت کی تھی۔ سمیل (Smale)، آنسوف (Ansov) اور آرنلڈ (Arnold) جیسے دوستوں کے کام سے متاثر ہو کر جنھوں نے ہائپر بولک حرکتی نظام کا ایک نیا نظریہ (A new theory of hyperbolic dynamical systems) پیش کیا تھا، نوویکوف نے 65-1964ء میں ایک نوعیتی نظریہ تخلیق کیا جو دو سطحوں کے ذریعہ سہ جہتی مکانیت کی فولی ایشن کے بارے میں تھا۔ (foliation of the three dimensional Spaces by two surfaces)۔ یہ نظریہ ریاضی کی دنیا میں بہت مشہور ہوا۔

یونیورسٹی میں بطور ایک انڈر گریجویٹ طالبعلم کے نویکوف نے الجبرے کے شعبے میں کام شروع کیا۔ پھر بطور گریجویٹ سٹوڈنٹ (امیدوار) وہ ماسکو کے سٹیکلوف میتھ انسٹی ٹیوٹ (Staklov Math Institute) کے شعبہ برائے عمومی تفرقی مساوات (ODE) میں چلے گئے۔ 1964ء میں انہیں اسی ادارے میں

ایک مستقل اسامی پر شعبۂ الجبرا میں کام کرنے کی دعوت دی گئی۔ اس شعبے میں ہر شخص الجبرے کے نظریۂ اعداد (Number Theory) اور الجبر یائی جیومیٹری میں کام کر رہا تھا اور اب وہ ٹوپالوجی میں الجبرے کے استعمال کو سمجھنا چاہتے تھے، جس کا نتیجہ یہ ہوا کہ جو لوگ ان شعبوں میں کام کر رہے تھے ان سب کے ساتھ نوویکوف کا ایک باہمی علمی تعلق قائم ہو گیا۔ 1960ء کی دہائی کے اوائل میں انھوں نے اپنے ان دوستوں کی سرگرمیوں پر توجہ دینا شروع کر دی جو حرکیاتی نظاموں (dynamical system) اور کلاسیکی میکانیات پر کام کر رہے تھے اور اسی سلسلے میں انھوں نے آرنلڈ کے سیمیناروں میں بھی حصہ لینا شروع کر دیا۔ 1963ء سے انھوں نے ان لوگوں کے ساتھ علمی تعلق قائم کر لیا جو تفاعلی تجزیے (Functional Analysis) اور جزوی تفرقی مساواتوں (partial differential equations) پر کام کر رہے تھے۔ اسی سلسلے میں انھوں نے مشہور گیل فینڈ (Gelfand) سیمینار میں بھی شرکت کی۔ 1960ء کی دہائی میں الجبر یائی ٹوپالوجی (algebraic topology)، ریاضی کی دنیا میں دن بہ دن مقبول ہوتی گئی اور ریاضی کے متعدد شعبوں میں ٹوپالوجی کے بہت سے نظریات اور نتائج کا استعمال شروع ہو گیا۔

تاہم 1960ء کی دہائی کے اواخر میں ان کے اندر اس بات سے عدم اطمینان پیدا ہو گیا کہ خالص (pure) اور اطلاقی (applied) ریاضی کی اس وقت کی برادری نے اس نظریاتی طبیعیات سے جو بیسویں صدی کی سب سے عظیم سائنس ہے آخر ناتا کیوں توڑ لیا ہے؟ وہ سوچ رہے تھے کہ اس سے پہلے تو طبیعیات میں ریاضی کے کئی نئے تصورات استعمال ہوا کرتے تھے اور طبیعیات کی وجہ سے بعض اوقات ریاضی کے نئے تصور جنم لیتے تھے۔ پھر طبیعیات کی زبان خاص طور پر ایسی بنائی گئی ہے کہ قدرت کے ناقابل یقین کوانٹم اور اضافیت کے قوانین کی کلیہ سازی اور ان کی عقلی دلیل کے لیے ریاضی کا مؤثر استعمال ہو سکے۔ اسی کی بدولت انجینئرنگ نے وہ کمال حاصل کیا کہ ہمارے معاشرے کو ہمیشہ کے لیے تبدیل کر کے رکھ دیا۔ جس وقت نوویکوف عدم اطمینان کی اس کیفیت سے گزر رہے تھے اسی دورانیے میں کئی طبیعیات دانوں نے اس نتیجے پر پہنچنا شروع کر دیا تھا کہ وہ انتہائی حالات میں (مثلاً بلند درجے کی توانائی، طاقتور مقناطیسی میدان، شدید کشش ثقل اور بہت کم درجۂ حرارت) مادے کی کیفیت کو بغیر ٹوپالوجی کے نہیں سمجھ سکتے۔ چنانچہ نوویکوف نے نظریاتی طبیعیات کو سیکھنے میں کئی برس لگا دیئے اور 1971ء میں انھوں نے لینڈاؤ (Landau) انسٹیٹیوٹ برائے نظریاتی طبیعیات (Lanadau Institute of Theoretical Physics) میں کام شروع کر دیا۔ یہاں وہ سائنسدانوں کو ٹوپالوجی اور حرکیاتی نظام جیسے ریاضی کے نئے مضامین پڑھاتے اور انھیں استعمال کرنے کے طریقے سمجھاتے تھے۔ 1970ء کی دہائی میں معروف طبیعیات دانوں نے کئی ایسے اہم کام انجام دیئے جن میں نوویکوف اور ان

کے گروپ کی مشاورت لازمی سمجھی گئی ۔ اس کے ساتھ ساتھ انھوں نے اپنے تحقیقی کام کے لیے بھی نئے موضوعات کی تلاش جاری رکھی ۔ وہ اُن مسائل کے حل پر خصوصی توجہ دیتے تھے جنہیں حل کرنے کے لیے جدید ریاضی (مثلاً ٹوپالوجی ،حرکیاتی نظام ، الجبرائی اور ریمانین (Riemannian) جیومیٹری) کی ضرورت پڑتی تھی ۔ یہ ریاضی کے وہ شعبے تھے جن سے اُس وقت کے نظریاتی طبیعات دان عام طور پر نا آشنا تھے۔

نوویکوف کی اہم دریافتوں میں سے ایک اس وقت ہوئی جب وہ مشہور سالٹیان نظاموں (Soliton Systems) ، جیسے کہ KdV ، کے لیے دَوری حدودی شرائط (periodic boundary condition) کا مسئلہ حل کر رہے تھے ۔ 1960ء کی دہائی میں مقامی ''سالٹیون قسم کے حلوں'' (soliton-type solutions) کی غیر حسبِ معمول روش پہلے ہی معکوس انتشاری مبدل (Inverse Scattering transform) کی طرف رہنمائی کر چکی تھی ۔ لیکن کوئی نہیں جانتا تھا کہ دَوری (periodic) مسئلے کے بارے میں کیا کیا جائے؟ 1974ء میں نوویکوف نے مشہور و معروف ''محدود شگاف کے حل'' (finite-gap solutions) دریافت کیے جن سے پہلی مرتبہ حرکیاتی نظام ، الجبرائی جیومیٹری اور ریمان (Riemann) سطحوں کے تجزیے کو اکھٹے جدید جزوی تفرقی مساواتوں کے مسائل میں استعمال کیا جا سکتا تھا۔

ان تصورات کو ترقی دینے میں نوویکوف کے گروپ کے تمام اراکین اور کئی دوسرے سائنسدانوں نے حصہ لیا جن کا استعمال غیر خطی جزوی تفرقی مساوات (Nonlinear PDEs) ،دَوری آپریٹرز کا طیفی نظریہ (Spectral Theory of Periodic Operators) اور کوانٹم میکانیات کے لیے اہمیت رکھتا ہے۔ اس شعبے میں نوویکوف اور ان کے گروپ نے تجزیاتی اور عددی تحقیقات (analytical and numerical investigations) کا ایک طویل پروگرام شروع کیا۔ پھر 1981ء میں نوویکوف کی کامیابیوں کا ایک اور سلسلہ شروع ہوا جس میں انہوں نے تغیر پذیر مقداروں کے کیلکولس اور فیلڈ تھیوری (Calculus of Variation and Field Theory) میں ٹوپالوجی کے نئے مظاہر دریافت کیے اور یہ مورس نو ویکوف نظریہ (Morse-Novikov Theory) کہلایا۔ اس میں انھوں نے یہ مشاہدہ پیش کیا تھا کہ طبیعات کے کئی کلاسیکی اور جدید نظاموں ، مثلاً مستقل کششِ ثقل میں لٹو کا گھومنا یا یک قطبی مقناطیس (magnetic monopole) کے فیلڈ میں برق بار ذرے کی حرکت اور اس کی فیلڈ نظریہ کی تمثیل (field theoratical analogy) جو عملی تفاعل (action functional) کہلاتی ہے کی ایک سے زیادہ قیمتیں ہوتی ہیں ۔ (یعنی فیلڈوں کی مکانیت میں (Space of fields) یہ ایک محدود (Closed) مگر غیر قطعی (non exact) ون فارم (one-form) ہے جیسا کہ کسی چپٹی سطح پر زاویہ کا مختصہ (coordinate))۔

اس نظریے سے یہ ظاہر ہوا کہ کسی نظام کی حرکیات سے متعلق وہ طریقے(Lagrangians) جو ویس- زومینو- نو ویکوف- وٹن (Wess-Zumino-Novikov-Witten) سے منسوب ہیں ان کے باہمی تعامل کی قوت کو ظاہر کرنے والے مستقلوں(coupling constants) کی ٹوپالوجی کے لحاظ سے صرف مخصوص قیمتیں ہی ہوسکتی ہیں۔اس نتیجے سے مینی فولڈز کی ٹوپالوجی اور دَوری خط پرواز (periodic trajectories) کے لئے استعمال ہونے والے کیلکولس میں کئی نئے نظریات نے جنم لیا۔حال ہی میں نو ویکوف اپنے گروپ کے ساتھ جس کام میں سرگرمی سے مصروف رہے ہیں وہ مختلف بنیادی نظاموں کو شاندار طریقے سے ممیّز مقداروں(discretization) کی ریاضی سے جوڑتا ہے۔ان نظاموں میں شروڈنگر کی دوجہتی مساواتیں (2D Schrodinger equations) اور مشہور کاشی- ریمان مساوات (Cauchy-Riemann equation) شامل ہیں۔اس سے یہ انکشاف ہوا ہے کہ گرافوں پر کوانٹم انتشار کے نظریے (Quantum Scattering Theory on Graphs) کا سمپلیکٹک جیومیٹری (Symplectic Geometry) سے گہرا تعلق ہے۔انھوں نے سہ جہتی واحد کرسٹل والی عام دھاتوں جن کی فرمی سطح (Fermi level) پیچیدہ ہو (جیسے سونا) میں شدید مقناطیسی فیلڈ (جیسے 100ٹیسلا) کی موجودگی میں برقیوں کی حرکت کا مطالعہ کیا۔ یہ نظریہ برقی موصلیت (electrical conductivity) میں ایسے مظاہر کی پیش گوئی کرتا ہے جو ٹوپالوجی کے لحاظ سے غیر خفیف (non-trivial) ہیں۔

حواشی

* **تعارف:** سرگے نو ویکوف (پیدائش 1938ء) سوویت/روسی ریاضی دان ہیں۔ٹوپالوجی اور سالیٹون نظریے پر اپنے کام کے حوالے سے پہچانے جاتے ہیں۔2005ء میں نو ویکوف نے الجبریائی ٹوپالوجی،تفرقی ٹوپالوجی اور ریاضیاتی طبیعیات پر کام کرنے پر وولف انعام پایا۔وہ گیارہویں ریاضی دان ہیں جس نے دونوں فیلڈ تمغہ اور وولف انعام حاصل کیے۔

(i)۔ ٹوپالوجی(topology) دیکھیے صفحہ نمبر 165۔

(ii)۔ سپتنک اوّل دنیا کا پہلا مصنوعی سیارہ تھا جو 4 اکتوبر 1957ء کو سوویت یونین نے زمین کے مدار میں بھیجا تھا۔خلاء تک پہنچنے کی اس کامیابی سے بالائی فضا کی تہوں کی کثافت کا پتا چلا۔اس سے بھیجے جانے والے ریڈیو سگنلز نے بالائی فضا کے بارے میں سائنسی معلومات فراہم کیں۔سپتنک کی کامیابی امریکہ اور روس کے درمیان خلائی تحقیق کی دوڑ کا باعث بنی۔

(iii)۔روس کی سماجی انقلابی جماعت (Russion Social Democretic Labour Party) کے وہ ارکان جو لینن کے حامی تھے بالشویک کہلاتے تھے۔ان میں اکثریت مزدوروں اور کسانوں کی تھی اور یہی ملکی قیادت کا انتخاب کرتے تھے۔ان میں لادین ارکان کی تعداد زیادہ تھی البتہ دس فی صد یہودی بھی شامل تھے۔1952ءمیں سٹالن نے بالشویک پارٹی کا نام بدل کر کمیونسٹ پارٹی رکھ دیا تھا اور سنٹرل باڈی کے بہت سے اختیارات خود سنبھال لیے تھے۔

(iv)۔ 'آہنی پردہ'(Iron Curtain) دیکھیے صفحہ نمبر 207۔

ہمہ گیر تجسس

(It is All Curiosity)

پال ایم۔ نرس*

(Paul M. Nurse)

دی راک فیلر یونیورسٹی، امریکا

(The Rockefeller University, USA)



© ICTP Photo Archives

مجھے یہ جاننے کا بے انتہا تجسس تھا کہ دنیا کیسے کام کرتی ہے۔اسی بات نے پہلے پہل سائنس میں میری دلچسپی کو ابھارا۔ مجھے یاد ہے کہ یہ احساس مجھے اُس وقت ہوا جب میری عمر نو یا دس سال تھی اور پیدل سکول جاتے ہوئے میری توجہ اس طرف گئی تھی کہ ایک ہی پودے کے پتے اگر چھاؤں والی جگہ میں ہوں تو وہ دھوپ والی جگہ میں اُگنے والے پتوں سے بڑے ہوتے ہیں۔ اس مشاہدے نے مجھے سوچنے پر مجبور کردیا اور صحیح طور پر سمجھے بغیر کہ یہ کیوں ہو رہا ہے میں نے سوچ لیا کہ اس کا تعلق کسی نہ کسی طرح اس حقیقت سے ہے کہ چھاؤں میں موجود پتوں کو چونکہ دھوپ کم مل رہی ہے اس لیے مناسب روشنی جذب کرنے کے لیئے انھیں بڑا ہونا پڑتا ہے۔اس کے بعد مجھے یہ احساس ہوا کہ دنیا کے متعلق تو بے شمار سوالات موجود ہیں اور میں نے فرض کرلیا کہ مجھے تو ان کے جواب یقیناً معلوم نہیں لیکن کسی کو تو معلوم ہوں گے۔ایسے سوالات کہ ایک مکھی ہوا میں اُڑتے ہوئے اپنے پروں کو حرکت کیسے دیتی ہے، ایک ہی جاندار کیسے رینگنے والا کیڑا اور پھر تتلی بن سکتا ہے، مختلف کیمیائی مادوں کے رنگ ایک دوسرے سے مختلف کیوں ہوتے ہیں اور اس بات کا کیسے پتا چلتا ہے کہ تمام ستاروں کا زمین سے فاصلہ مختلف ہے وغیرہ وغیرہ۔ میں آج بھی سائنس کی دنیا میں سوالات پوچھ رہا ہوں، مگر اب وہ سوالات پہلے کی نسبت زیادہ پیچیدہ ہیں یا کم از کم ان سوالات کو پوچھنے کے لیے جو زبان استعمال کر رہا ہوں وہ پیچیدہ ہے اور اس سے یہ سوال بھی سامنے آتا ہے کہ سائنس میں دلچسپی کو برقرار رکھنے کی کلید کیا ہے۔میرے نزدیک دو نکات اہم ہیں۔ایک تو یہ کہ

دنیا کے متعلق ایک حقیقی تجسس کا ہونا ضروری ہے اور دوسرے اس عزم کی ضرورت ہے کہ ہم جو دیکھ رہے ہیں اس کے متعلق جان کر رہیں گے۔ اس تجسس اور سوالات کے جوابات معلوم کرنے کی خواہش کے بغیر سائنس میں دلچسپی کا جذبہ بہت جلد ٹھنڈا پڑ جاتا ہے۔

اب سوال یہ ہے کہ میرا تجسس کہاں تک پہنچا؟ میرا تجسس یہ جاننے تک پہنچا کہ خلیوں (cells) کے ایک سے دو ہو جانے کے عمل کی ذمّہ دار کیا چیز ہے۔ ہمارے سمیت تمام جاندار خلیوں سے بنے ہوئے ہیں جو زندگی کی بنیادی اکائی ہیں۔ ایک خلیے کا ٹوٹ کر دو خلیے (binary fission) بن جانا ہی تقسیم کا ایسا عمل ہے جو تمام جانداروں کی افزائش نسل اور نشوونما کی بنیاد بنتا ہے۔ جب اس عمل میں کوئی خرابی پیدا ہوتی ہے تو اس سے بیماری جنم لیتی ہے، خاص طور پر کینسر کا مرض لاحق ہو جاتا ہے۔ میں نے اس مسئلے کا مطالعہ کرنے کے لیے ایک خلیے والے جاندار کو جسے خمیر (yeast) کہتے ہیں لیا۔ یہ اسی طرح کا خمیر تھا جیسا کہ ڈبل روٹی، بیئر اور شراب تیار کرنے میں استعمال کیا جاتا ہے۔ خمیر بہت سادہ ہوتا ہے اور تیزی سے بڑھتا ہے اس لیے اس پر کام جلدی ہو سکتا ہے۔ میں نے اور میرے ساتھیوں نے اس میں جینز (genes) کا ایک چھوٹا ذیلی مجموعہ دریافت کیا جو خمیر کے خلیوں کی تقسیم کے عمل کا ذمہ دار تھا۔ اس دریافت کے بعد ہم نے یہ جاننے کی کوشش کی کہ جینز کس طرح کام کرتی ہیں یعنی وہ کس طریقے سے خلیوں کو تقسیم کرتی ہیں۔ اسے جان لینے کے بعد ہمارا اگلا سوال یہ تھا کہ کیا دوسرے تمام خلیوں میں بھی جس میں ہمارے جسم کو بنانے والے خلیے بھی شامل ہیں، یہی عمل ہوتا ہے؟ جب ہم نے اس پر تحقیق کی تو یہ نتیجہ برآمد ہوا کہ اس طرح کے جینز، قریب قریب اسی طریقے سے انسانی جسم کے خلیوں کی تقسیم کے بھی ذمہ دار ہیں۔ یہ دیکھتے ہوئے کہ خمیر بہت سادہ اور انسان بہت پیچیدہ ہوتا ہے یہ امکان نظر آتا ہے کہ زیادہ تر جانداروں کے خلیوں کی تقسیم کے ذمہ دار ایک ہی طرح کے جینز ہوتے ہیں۔

اس تمام کام کے دوران میرے تجسس اور یہ معلوم کرنے کی ضرورت کہ کیا چیز خلیوں کی تقسیم کی ذمّہ دار ہے، نے ہی مجھے اس کام کو جاری رکھنے پر قائم رکھا اور یہ سوچ اس سے کچھ زیادہ مختلف نہیں تھی جیسا کہ بچپن میں پیدل سکول جاتے ہوئے پتوں کی مختلف جسامت دیکھ کر میں نے ان کے بارے میں قائم کی تھی۔

حواشی

* **تعارف:** پال میکسیم نرس (Paul Maxime Nurse)، پیدائش 1949ء، خلوی حیاتیات (Cell biology) کے برطانوی ماہر ہیں۔ انھیں 2001ء میں لی لینڈ ایچ ہارٹ ویل (Leland H. Hartwell) اور آر ٹیموتھی ہنٹ (R.Timothy Hunt) کے ساتھ نوبل انعام ملا تھا۔ انھوں نے لحمیات کے وہ سالمے (molecules) دریافت کیے تھے جو خلیوں کی تقسیم کے عمل کو کنٹرول کرتے ہیں۔

طبیعیات: کائنات کو سمجھنے کی مہم جوئی

(Physics: Exploring our Universe)

ڈگلس ڈی۔ اوشروف*

(Douglas D. Osheroff)

سٹینفورڈ یونیورسٹی۔امریکہ

(Stanford University, USA)



© Courtesy of Linda A. Cicero

میں پانچ بہن بھائیوں میں سے ایک تھا اور میں نے واشنگٹن سٹیٹ کے شہر ایبرڈین (Aberdeen) میں پرورش پائی۔ یہ شہر شمال مغربی بحرالکاہل کے ساحل پر واقع ہے، جہاں درخت کاٹ کر ان کے شہتیر بنانے والے لوگ رہتے تھے۔ میں اور میرے بہن بھائی شہتیر وغیرہ لے جانے والی ان ویران سڑکوں پر چہل قدمی کیا کرتے تھے جو بل کھاتی ہوئی چیڑ اور صنوبر کے ان جنگلات تک جاتی تھیں جنھوں نے ایبرڈین کے گرد حلقہ باندھ رکھا تھا۔ اس زمانے میں ہم سب یہ تاثر دینے کی کوشش کرتے تھے جیسے ان گھنے جنگلات میں سب سے پہلے گزرنے والے کھوجی ہم ہی ہیں۔ میں طبیعیات کا شکر گزار ہوں کہ اس کی بدولت آج تک مہم جوئی کا یہ احساس مجھ سے بچھڑا نہیں ہے۔

میرا خیال ہے کہ طبیعیات سے میرا لگاؤ اس وقت شروع ہوا جب میری عمر چھ سال کی تھی اور مَیں نے بجلی سے چلنے والی ٹرین کے حصے بخرے کر دیئے تھے تاکہ میں اس کے اندر لگی بجلی کی موٹر سے کھیل سکوں۔ میرے والدین نے اس حرکت پر مجھے ڈانٹا نہیں، بلکہ میرے والد نے وقت نکال کر مجھے سمجھایا کہ بجلی کی وہ موٹر کیسے کام کرتی ہے۔ یوں لگتا تھا جیسے میرے شوق اور تجسس نے انھیں خوش کر دیا تھا۔ یہ غیر اہم واقعہ ہی وہ موڑ تھا جس نے مجھے اس راستے پر ڈال دیا جو سائنس کی طرف جاتا تھا۔ جیسے جیسے وقت گزرتا گیا میرے والد مجھے ایسی چیزیں لا کر دیتے رہے جن کے متعلق ان کا خیال تھا کہ میں ان میں دلچسپی لوں گا۔ ان میں بجلی کی کمپنی کا مقناطیسوں والا ڈبہ بھی تھا اور وہ ٹیلی فون کمپنی سے بھی کچھ کل پرزوں کے ڈبے لائے تھے۔ جب میری عمر آٹھ

سال ہوئی تو انھوں نے مجھے وہ کیمرہ دیا جوان کے بچپن کا ساتھی تھا اور جسے انھوں نے اب تک سنبھال رکھا تھا۔ کیمرہ میرے ہاتھ آتے ہی ایک گھنٹے کے اندر اندر میرے تجسس کی نذر ہو گیا۔ اس کے بعد میرے والد میرے لیے چابی سے چلنے والی گھڑی اور اس کے ساتھ پیچ کسوں کا وہ سیٹ بھی لے آئے جو صراف استعمال کرتے ہیں۔ گھڑی دیتے ہوئے انھوں نے مجھ سے کہا کہ میں اس گھڑی کے پرزے الگ کر کے پھر سے انہیں جوڑنے کی کوشش کروں۔ اس انداز کی مشفقانہ پرورش نے سائنس میں میری دلچسپی کی آبیاری کی۔

پرائمری سکول میں، مَیں نے کوئی خاص سائنس نہیں پڑھی۔ البتہ ہمارے سکول کے میگزین ویکلی ریڈر (Weekly Reader) میں سائنس پر جو مضمون شائع ہوتے تھے، بس انھیں پڑھ لیتا تھا۔ مجھے اچھی طرح یاد پڑتا ہے کہ اس میگزین سے میں نے فونانز[(i)] (phonons) کے بارے میں پڑھا تھا۔ تاہم مڈل سکول مختلف تھا۔ یہاں ہم نے دو سال تک ''صحت اور سائنس'' کا مضمون پڑھا۔ اس کے بعد پورا سال سائنس سیکھنے میں گزار دیا۔ صحت اور سائنس کے میرے اُستاد جناب مِلر (Mr. Miller) کے بارے میں یہ مشہور تھا کہ جو بچہ ان کی کلاس میں گڑ بڑ کرتا ہے اس کی وہ بہت پٹائی کرتے ہیں۔ چنانچہ میں ان سے بہت خوفزدہ تھا۔ وہ ہفتہ بھر کلاس میں تعلیمی فلموں کے جو ٹکڑے دکھاتے تھے، ہفتہ کے آخر میں ان پر سوال پوچھتے تھے۔ انھوں نے جب پہلا ہفتہ وار ٹیسٹ لیا، تو میں اتنا خوفزدہ تھا کہ امتحانی شیٹ پر بمشکل اپنا نام لکھ سکا۔ تاہم جب انھوں نے ہماری امتحانی شیٹس واپس دیں تو مجھ سے کہا کہ انھیں یقین ہے کہ میں اس سے بہتر کر سکتا تھا اور پوچھا کہ کیا وہ کسی طرح میری مدد کر سکتے ہیں۔ مہربانی اور احساس کے اس سادہ سے انداز سے ہی انھوں نے میرے لیے بہت کچھ کر دیا تھا۔ اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ اگلے دو برسوں میں جناب ملر کی پانچ کلاسوں میں کوئی طالب علم کسی ایک امتحان میں بھی اس سے زیادہ نمبر حاصل نہیں کر سکا جتنے میں نے حاصل کیے تھے۔

ہائی سکول میں کیمسٹری کے استاد نے مجھے بہت متاثر کیا۔ یہ مسٹر ہوک (Hock) ہی تھے جنھوں نے سائنس کے بارے میں میرے خیالات پر گہرا اثر چھوڑا ہے۔ جناب ہوک خود بھی کیمسٹری کے گریجویٹ طالب علم رہے تھے اور وہ اپنی کلاس کے طلبا کو سمجھاتے تھے کہ قدرت کے بارے میں جاننے کے لیے صحیح سوال کس طرح پوچھے جا سکتے ہیں، اور تجربات کے ذریعے ان سوالوں کے جواب ڈھونڈنے کا کیا طریقہ ہے۔ انھوں نے جو کچھ بتایا وہ بجلی کی ہائی وولٹیج اور بارود کے ساتھ میری چھیڑ چھاڑ سے بہت مختلف تھا، لیکن اتنا ہی دلچسپ تھا۔ تاہم میں یہاں اتنا ضرور کہوں گا کہ میرے ہم جماعتوں میں سے کم ہی جناب ہوک کی کوششوں کو سراہتے تھے۔

کالج کی تعلیم میں نے کالٹیک[(ii)] (Caltech) میں حاصل کی۔ میں جب یہاں پہنچا تو میری خوش قسمتی تھی کہ اس وقت پروفیسر رچرڈ فائن مین[(iii)] (Richard Feynman) ابتدائی کلاسوں کو طبیعیات پڑھا

رہے تھے۔ ذرا سوچیے کہ اتنا ذہین انسان اپنا قیمتی وقت یونیورسٹی کے پہلے سال(freshman)اور دوسرے سال کے طلبا(sophomores) پرصرف کررہا تھا۔ کئی سال بعد جب یہی ادارہ(Caltech) مجھے طبیعیات کے شعبے میں فیکلٹی پوزیشن کی پیشکش کررہا تھا، تو میں نے تعلیم دینے کا طریقہ سکھانے پر فائن مین کا شکریہ ادا کیا۔ لیکن کالج کے تیسرے سال(junior year) میں میری توجہ اس منزل سے ہٹنا شروع ہوگئی جو میں نے اپنے لئے سوچ رکھی تھی، اور جس کے لیے طبیعیات کو بنیادی اہمیت کے مضمون کے طور پر اختیار کیا تھا۔ اُس وقت مجھے طبیعیات نہ ختم ہونے والے ایسے سوالوں کا مجموعہ نظر آئی جنھیں حل کرنے میں مجھے کوئی خاص دلچسپی نہیں تھی۔ میں نے یہ سوال حل نہ کرنے کے بہانے تراشنے شروع کر دیئے اور یوں میرے گریڈ کم ہونے لگے۔ پھر اس وقت جب میں اپنے مَن پسند پیشے کی طرف بڑھنے اور ناکامی کے درمیان ڈول رہا تھا تو پروفیسر گیری نوگیر بائر(Gerry Neugerbauer) نے مجھے اپنے فلکیاتی طبیعیات(astrophysics) کے گروپ میں شامل ہونے کی دعوت دی۔ اس گروپ میں مجھے بہت جلد احساس ہوگیا کہ فلکیاتی تحقیق ان سوالات کے حل کرنے سے بہت مختلف تھی، جنھوں نے مجھے بددل کر دیا تھا۔ اگرچہ اس طبیعیات میں بھی آپ کو حساب کتاب کرنا پڑتا ہے، مگر یہ حساب کتاب ایسا ہوتا ہے جسے کرنا آپ پسند کرتے ہیں۔

1967ء کے موسم بہار میں، مَیں نے طبیعیات میں بیچلر ڈگری لے کر کالٹیک سے گریجویشن کر لی۔ شاید میں نے کالٹیک میں جو سب سے اہم بات سیکھی وہ طبیعیات کے اسباق نہیں تھے، بلکہ یہ تھی کہ فلکیاتی طبیعیات دانوں کو تجربات نہیں کرنے پڑتے۔ وہ صرف آلات بناتے اور ان کی مدد سے مشاہدے کرتے ہیں۔ وہ اُسی طرح کے سوال پوچھ سکتے ہیں جیسے کہ جناب ہوک نے ہائی سکول کیمسٹری کلاس میں بتایا تھا، لیکن ان کے جوابات وہ تجربات کر کے نہیں بلکہ مشاہدے سے حاصل کرتے ہیں۔ لیکن میں تو تجربات کرنا چاہتا تھا۔ میری خواہش یہ تھی کہ جس نظام پر میں تجربہ کروں وہ میرے کنٹرول میں ہو، تا کہ اسے اپنے راز اگلنے پر مجبور کرسکوں۔ فلکیاتی طبیعیات میں یہ ممکن نہیں تھا۔ چنانچہ میں نے فلکیاتی طبیعیات چھوڑ کر کثیف مادے کی طبیعیات(Condensed Matter Physics) پر کام شروع کردیا۔

1967ء کے موسم خزاں میں، میں نے اعلیٰ تعلیم کے لیے کارنیل(Cornell) یونیورسٹی میں داخلہ لے لیا۔ یہ دریافتوں کا حیران کن دور تھا اور میرے اردگرد بہت سی نئی باتیں سامنے آ رہی تھیں۔ میں نے کوانٹم میکانیات (quantum mechanics) کا مضمون کینیتھ وِلسن [iv](Kenneth Wilson) سے پڑھا۔ وہ اس وقت اس کوشش میں تھے کہ مادے کی حالتوں میں دوسرے درجے کی تبدیلی (second order phase transitions) کے بارے میں سب کچھ جان لیں تا کہ وہ ذراتی طبیعیات دانوں(particle physicists)

کے بنائے ہوئے ری نارمیلائزیشن(renormalisation) کے اصول کوٹھوس ماڈے کے نظاموں پر بھی لاگو کر سکیں۔ بعد میں انھوں نے اپنے اس کام پر نوبل انعام بھی حاصل کیا۔لیکن جس چیز نے مجھے سب سے زیادہ متاثر کیا وہ ٹھوس حالت کی طبیعیات(solid state physics) کے دو سیمینار تھے۔ان دونوں میں اشیاء کوسرد کرنے کے ایک نئے طریق کارکو بیان کیا گیا تھااوران کے بارے میں میرا یہ تاثر ابھرا کہ یہی وہ راستہ ہے جو سائنسدانوں کوقدرت کی انوکھی نئی دنیاؤں کے مطالعے کی طرف لے جا سکتا ہے۔ابھی میں گریجویٹ تعلیم کے پہلے سال میں ہی تھا کہ میں نے ان میں سے ایک آلہ تیار کرنا شروع کر دیا، جو ہیلیم-3– ہیلیم -4 رقیق ریفریجریٹر(^{3}He -^{4}He dilution refrigerator) کہلاتا ہے۔اس ریفریجریٹر کے ذریعے اشیا کومطلق صفر(absolute zero) کے قریب تر 0.015 ڈگری کیلون(K) تک ٹھنڈا کیا جا سکتا ہے۔دوسرا آلہ پومران چک(Pomeranchuk) ریفریجریٹر کہلاتا تھا۔ یہ اُس روسی سائنسدان کے نام پر تھا جس نے سب سے پہلے اِس آلے کوتیار کرنے کا تصور پیش کیا تھااوراس کے متعلق یہ عام خیال تھا کہ یہ درجۂ حرارت کو0.002°K تک نیچے لاسکتا ہے۔

جب میں گریجویٹ تعلیم کے دوسرے سال میں تھا تو میں نے اُس موسم سرما میں پومران چک ریفریجریٹر (Pomeranchuk refrigerator) ہسپتال کے بستر پر پڑے ہوئے ڈیزائن کیا۔ دراصل سکی اِنگ (skiing) کرتے ہوئے میرے گھٹنے پرشدید چوٹ لگ گئی تھی اورآپریشن کے بعد ہسپتال میں صحت یابی کے عمل سے گزرتے ہوئے، میں نے یہ کام کرڈالا۔ تین سال سے بھی کم عرصے میں، یہ دوآلات استعمال کرتے ہوئے، میں نے مائع ہیلیم- 3 کی تین سپر سیال حالتیں(superfluid phases) دریافت کر لیں۔ہیلیم- 3 کی یہ حالتیں سپر موصلیت(super conductivity)[v] کے مترادف کی حیثیت رکھتی ہیں،لیکن ان میں وہ کوپر کے جوڑے(Cooper pairs)[vi] جوکلاں بنی مادہ میں سپر سیال تکثیف کا باعث ہوتے ہیں (super fluid condensate)، کچھ خاص خصوصیات رکھتے ہیں۔ ان جوڑوں میں سپن (spin)اور زاویہ دار معیارِ حرکت(angular momentum) پر مشتمل اندرونی درجات آزادی(degrees of freedom) بھی پائے جاتے ہیں،جن کی وجہ سےان کا طرزِعمل خاصا پیچیدہ ہوجاتا ہے۔ یہ غیر روایتی بی سی ایس(BCS) حالتوں کی پہلی معلوم مثالیں تھیں جوکہ ایک لحاظ سےاونچے درجۂ حرارت کی سپرموصلیت سے مماثلت رکھتی ہیں، جو پندرہ سال بعد دریافت ہوئی۔ میری اسی دریافت پر مجھےاپنے دو پروفیسروں کے ساتھ 1996ء میں نوبل انعام ملا۔

میرا تحقیقی کیریئر،قدرت میں نایاب اور پُراسرار قسم کے نظم اور ترتیب کودریافت کرنے اور سمجھنے پر مشتمل رہا ہے۔ان میں مائع ہیلیم -3 کی تین سیال حالتیں شامل ہیں۔اس کے علاوہ میں نےٹھوس ہیلیم -3 کی

دوایسی حالتیں دریافت کی ہیں جن میں نیوکلیئرسپن آرڈر(nuclear spin order) دیکھا گیا ہے۔ باہمی تعامل کی سادگی کی بدولت، جوان میں نظم پیدا کرتا ہے، انھیں ماڈل مقناطیسی نظام کے طور پر پیش کیا جاسکتا ہے۔ مزید برآں، میں نے ''کمزور مقامیت'' (weak localization) کا عمل دریافت کیا، جس میں ایک معمولی بے ترتیبی کی بدولت، جیسے جیسے درجہ حرارت کم کرتے ہیں موصل کی برقی مزاحمت(resistance) بڑھتی جاتی ہے۔اس کے علاوہ میں نے کم درجہ حرارت پر مطلق صفر کے قریب، شیشے کی مختلف صفات کا مطالعہ بھی کیا ہے۔ شیشے کی یہ مختلف اقسام، قدرت میں انتہائی بدنظمی والے نظاموں(disordered systems) کی مثال ہیں۔ لیکن انتہائی کم درجۂ حرارت پر، یہ بھی ایک خاص نظم کا مظاہرہ کرتی ہیں۔ میرے نزدیک طبیعیات نہ تو محض معلومات کا ایک خزانہ ہے، اور نہ ہی چیزوں کے بارے میں سوچنے کا ایک ڈھنگ ہے۔ یہ تو علم کے لیے عمر بھر کی جستجو ہے، یہ جاننے کے لیے کہ کائنات کا طرزِ عمل کیا ہے، اور یہ کیسے ارتقائی منازل طے کرتی ہے۔ یہ درحقیقت کائنات کو سمجھنے کی مہم جوئی ہے۔ جب تک میں چند ایسے سوال پوچھ سکوں جن کا صحیح جواب تا حال موجود نہیں اور پھر میں اپنے عملی تجربات کی مدد سے ان کے جواب ڈھونڈتا رہوں، میں ہمہ وقت مہم جو ہی رہوں گا۔

حواشی

* **تعارف:** ڈگلس ڈی اوشروف(Douglas D. Osheroff)(پیدائش1945ء) امریکی طبیعیات دان ہیں اور ٹھوس مادے کی تجرباتی طبیعیات میں اپنے کام کے حوالے سے پہچانے جاتے ہیں۔ خاص طور پر ہیلیم-3 میں سپر مائع کی دریافت ان کا وہ کارنامہ ہے جس پر انھیں 1996ء میں ڈیوڈ لی(David Lee) اور رابرٹ سی رچرڈسن(Robert C. Richardson) کے ساتھ نوبل انعام ملا تھا۔

(i)۔ فونان(Phonon)۔ جس طرح برقی ومقناطیسی لہریں سفر تو ایک موج کی طرح کرتی ہیں لیکن ان کا انجذاب اور اخراج ایک کوانٹم (توانائی کی مخصوص مقدار) کی شکل میں ہوتا ہے، توانائی کے اس کوانٹم کو فوٹان(photon) کہتے ہیں۔ اسی طرح ایک ٹھوس مادے کی قلم(Solid crystal) میں ایٹموں کی تھرتھراہٹ کے مختلف مراحل میں توانائی کا انجذاب یا اخراج بھی کوانٹم کی شکل میں ہوتا ہے۔ اس کوانٹم توانائی کو فونان کہتے ہیں۔

(ii)۔ امریکہ کے کیلیفورنیا انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی کا مخفف کال ٹیک(Caltech) کہلاتا ہے۔

(iii)۔ رچرڈ فائن مین1988ء-1918ء(Richard Feynman) دیکھئے صفحہ نمبر 86۔

(iv)۔ کینتھ ولسن(Kenneth Wilson)(پیدائش1936ء) امریکی نظریاتی طبیعیات دان ہیں۔ انھوں نے کوانٹم فیلڈ نظریے اور مادے کی حالتوں میں دوسرے درجے کی تبدیلی کے درمیان تعلق قائم کیا تھا۔ جس پر انھیں 1982ء میں نوبل انعام ملا تھا۔

(v)۔ سپر موصلیت کو 1911ء میں دلندیزی طبیعیات دان کیمر لنگ اونز (Camerlingh Onnes) نے دریافت کیا۔ جان بارڈین(John Bardeen) لیون کوپر(Leon Cooper) اور جان شریفر(John Shrieffer) نے مل کر پہلی بار سپر موصلیت

کا خوردبینی نظریہ پیش کیا جسے BCS نظریہ کہتے ہیں۔اس پر ان تینوں کو 1972ء کا نوبل انعام ملا تھا۔

(vi)۔کثیف مادے کی طبیعیات میں کوپر جوڑا اُن دو الیکٹرون کو کہتے ہیں جو کم درجۂ حرارت پر ایک دوسرے سے فونون کے ذریعے منسلک ہو جاتے ہیں۔اسے 1956ء میں امریکی طبیعیات دان لیون کوپر (Leon cooper) نے دریافت کیا تھا۔

سائنسدان ہونے کا سرور

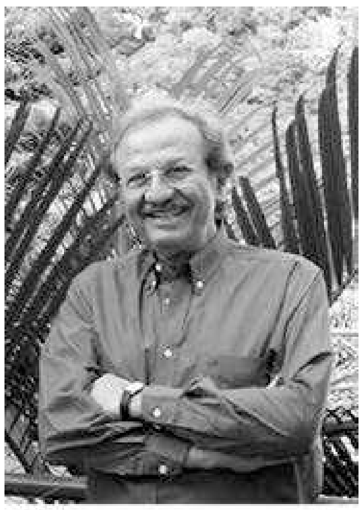
(The Joy of Being a Scientist)

جیکب پالس*

(Jacob Palis)

آئی ایم پی اے، برازیل

(IMPA, Brazil)



© Courtesy of Jacob Palis

شاید میں ابتدائی عمر میں ہی سائنس کی طرف مائل ہو گیا تھا لیکن میں اپنے اس رجحان سے بے خبر تھا۔اُن دنوں جب ہم ڈاکٹروں، انجینئروں اور وکیلوں کے بارے میں باتیں سنتے تو اُن کا ذکر بطور سائنسدان نہیں بلکہ بطور پیشہ ور افراد کے ہوتا تھا۔ان پیشوں سے متعلق افراد کی میرے خاندان میں بہتات تھی۔اس میں کچھ شبہ نہیں کہ میں اپنے سکول کے ابتدائی ایام سے ہی اعداد سے کھیلنا پسند کرتا تھا اور ایسے سوال مجھے پسند تھے جن میں ریاضی کا بنیادی استدلال موجود ہوتا تھا۔ مجھے یہ بھی یاد ہے کہ مجھے اس بات سے بڑی خوشی ملتی تھی کہ میں دوسرے بچوں سے بات چیت کروں اور سکول میں پڑھائے گئے سبق، نصابی کتابوں، ہوم ورک اور ٹیسٹوں کے بارے میں جو کچھ مجھے معلوم ہوا انہیں بتاؤں۔

اس کے بعد جب میں ابھی ثانوی سکول میں ہی تھا تو اساتذہ بھی بعض اوقات مجھے اور میرے چند دوسرے ہم جماعت طلباء کو دعوت دیتے کہ ہم بلیک بورڈ پر کچھ موضوعات کی وضاحت کریں۔سکول کا یہ ماحول بڑا گرما دینے والا تھا اور چند غیر ملکی اساتذہ کے آ جانے سے کچھ زیادہ ہی نمایاں ہو گیا تھا۔ یہ اساتذہ جنگ کے دوران اور جنگ کے بعد یورپ سے ہجرت کر کے برازیل آ گئے تھے اور ان میں سے کچھ ہمارے درمیانے حجم کے قصبے میں بھی آ پہنچے تھے۔ یہ بات بڑی واضح ہے کہ ہر عمر کے طلبہ کی تعلیم و تربیت کے لیے پہلے بھی اور آج بھی یہ لازم ہے کہ تعلیمی ماحول تحریک پیدا کرنے والا ہو اور اساتذہ غیر ملکی ہوں یا ملکی انھیں قابل ہونا چاہیے۔

جب میں سولہ سال کا ہوا تو اس وقت میں ریوڈی جینر و[i] (Rio de Janeiro) چلا گیا تا کہ وہاں یونیورسٹی میں داخلے کے لیے تیاری کر سکوں۔ یہاں بھی ایک بار پھر مجھے تحریک ملی اور مجھے یاد ہے کہ میرے اساتذہ اور ایک ہم مکتب دوست نے مجھے مشورہ دیا تھا کہ میں ریاضی یا طبیعیات کے سکول میں داخل ہو کر ڈگری حاصل کروں۔ ریوڈی جینر و آ جانے سے میری وسعت نظر میں قابل قدر اضافہ ہوا تھا لیکن یہ مشورہ مجھے اس لیے کچھ عجیب معلوم ہوا کیونکہ میں یہ سمجھتا تھا کہ ریاضی، طبیعیات اور کیمیا کی پڑھائی کا معیار انجینئرنگ سکول میں یقیناً ان سکولوں سے بدرجہ بہتر ہوگا جن کا میں نے پہلے ذکر کیا ہے۔ انجینئرنگ سکول میں تعلیم کے دوران میں اپنے پروفیسروں سے بہت سوال پوچھتا تھا جس سے آہستہ آہستہ میرے دماغ میں یہ خیال پختہ ہوتا چلا گیا کہ مجھے موجودہ پڑھائی کے ساتھ ساتھ ریاضی اور طبیعیات کو زیادہ سے زیادہ سیکھنا چاہئے۔ چنانچہ میں نے خاص طور پر ریاضی پر زیادہ توجہ دینا شروع کر دی۔ یوں میں اچھے نمبروں کے ساتھ انجینئرنگ کی ڈگری حاصل کرنے میں کامیاب رہا۔ اس کے بعد خاندان کی خواہشات کے برعکس میں نے ریاضی میں پی ایچ ڈی کرنے اور سائنسدان بننے کے خیال کا ''تجربہ'' کرنے کا فیصلہ کر لیا۔ یوں میں اس راستے پر چل نکلا۔

میں باصلاحیت نوجوانوں کو یہ اعلانیہ بتانا چاہتا ہوں کہ اس راستے پر چل کر میں ایک زیادہ شادمان انسان بن گیا اور تب سے میں محسوس کرتا ہوں کہ میں ایک بہتر معاشرہ کی تشکیل میں مدد دینے کے کام سے منسلک ہوں۔ ایک ایسا معاشرہ جو سماجی طور پر بھی اور معاشی طور پر بھی منصفانہ ہو۔ معاشرے کو بہتر بنانے کی میری یہ کاوش صرف میرے اپنے ملک تک محدود نہیں ہے بلکہ میں دوسرے ملکوں میں بھی اِس کیلئے کوشش کرتا رہا ہوں۔ سائنس اور ٹیکنالوجی کی بدولت دنیا پہلے سے زیادہ تیزی کے ساتھ تبدیل ہو رہی ہے اور بڑی تیزی کے ساتھ نئی صدی اس اقتصادیات کی طرف بڑھ رہی ہے جس کی بنیاد علم پر اٹھائی گئی ہے۔ اس لیے موجودہ ماحول میں سائنسی تربیت نے جدید ٹیکنالوجی کو اختیار کرنا بڑا آسان بنا دیا ہے۔ ایسی ٹیکنالوجی میں اپنی طرف سے کچھ نیا ایجاد کرنے کی سرخوشی کا تو کیا ہی کہنا ہے۔ یہ بات ان جوانوں کے لیے بڑی اہمیت رکھتی ہے جو ایک ایسے دور میں داخل ہو چکے ہیں جہاں بعض سرگرمیوں کے تمام شعبوں میں ملازمتیں نمودار ہوتی اور غائب ہو جاتی ہیں۔ یہ ایک کھلی حقیقت ہے کہ کچھ ترقی یافتہ صنعتیں، قطع نظر اس کے کہ ان کی حتمی پیداوار کیا ہے، دن بدن ریاضی، طبیعیات، کیمیا، حیاتیات دانوں اور انجینئر سائنسدانوں کو ملازم رکھنے میں ترجیحی سلوک کرتی ہیں۔ اس لیے باصلاحیت نوجوانوں کو اپنے مستقبل اور اپنے خاندان کی فلاح و بہبود کے لیے فکرمند ہونے کی کوئی ضرورت نہیں ہے۔ انھیں بلاخوف وخطر سائنس کے پرتجسس راستے پر چل پڑنا چاہیے۔

میں نے اوپر جو تفصیل بیان کی ہے اور جن خیالات کا اظہار کیا ہے ان کا تقاضا یہی ہے کہ میں

عبدالسلام عالمی مرکز برائے نظریاتی طبیعیات (Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics - ICTP) جیسے دنیا کے بڑے ادارے کی بات کروں۔ یہ وہ ادارہ ہے جس کا خواب نوبل انعام یافتہ عبدالسلام نے دیکھا اور خود ہی اس کی بنیاد رکھی۔ یہ ادارہ پچھلی چار دہائیوں سے اعلیٰ پیمانے کی تحقیقات کے فروغ اور نظریاتی طبیعیات اور ریاضی کے بے شمار شعبوں میں تربیتی سرگرمیاں انجام دینے میں مشغول ہے۔ یہ سرگرمیاں یہیں تک محدود نہیں بلکہ سائنس کے ان دوسرے شعبوں میں بھی جاری رہتی ہیں جن میں طبیعیات اور ریاضی کا ایک بنیادی تجزیاتی کردار موجود ہے۔ یہ ادراہ زیادہ تر ترقی پذیر ملکوں کے سائنسدانوں کی خدمت کرتا ہے، اور یہ اسی مقصد کیلئے بنایا گیا تھا، مگر اس کا دائرہ کار اُن تک ہی محدود نہیں رہا۔ درحقیقت کچھ ایسے سائنسی شعبے بھی ہیں جنھیں عالمی سطح پر فروغ دینے میں آئی سی ٹی پی (ICTP) نے بڑی اہم خدمات انجام دی ہیں۔

آئی سی ٹی پی (ICTP) پچھلی چند دہائیوں میں ترقی پذیر ملکوں میں سائنس، خاص طور پر طبیعیات اور ریاضی، کے فروغ کا ایک لازمی حوالہ بن گیا ہے۔ علم کے اس دور میں ہم سائنسدانوں پر پہلے سے بھی زیادہ یہ لازم ہوگیا ہے کہ ہم ایک طرف تو اس ادارے کو مضبوط کریں اور دوسری طرف ہم پر یہ ذمہ داری بھی عائد ہوتی ہے کہ ہم اپنے اپنے ممالک میں اس ادارے کی نیک شہرت کو پھیلائیں تاکہ معاشروں کی فلاح و بہبود کے لیے جن باصلاحیت نوجوانوں کی ضرورت ہے وہ اس ادارے کی طرف کھنچے چلے آئیں۔

اس کے ساتھ ساتھ آئی سی ٹی پی (ICTP) باصلاحیت نوجوانوں کے لیے اِس بات کا مظہر ہے کہ سائنس دان بننا کتنا دلچسپ ہوتا ہے۔ یہ ادارہ کسی تفریق کے بغیر دنیا بھر کے سائنس دانوں کے لیے اور خاص طور پر تمام براعظموں کے ان ملکوں کے لیے جنھوں نے برائے نام ترقی کی ہے، ایک خواب نگری کے طور پر تعمیر کیا گیا تھا اور اس کا یہ درجہ آج بھی قائم و دائم چلا آ رہا ہے۔ اس ادارے کو ٹری ایسٹے (Trieste) کے عوام، اٹلی کی حکومت، یونیسکو اور عالمی ایٹمی توانائی کمیشن کے ساتھ ساتھ کئی ایجنسیوں اور اداروں کی فراخ دلانہ امداد حاصل ہے۔ یوں یہ سائنس کا ایسا عظیم الشان محل بن گیا ہے جس کی عمارت، تحریک پیدا کرنے والے سائنسی ماحول کو اپنے پہلو میں لیے بحیرہ اڈریاٹک (Adriatic Sea) کی طرف منہ اُٹھائے کھڑی ہے۔ میں نے اس مضمون کے شروع میں اپنی جس چھوٹی سی دنیا کا ذکر کیا تھا یہ اسے بھی عالمی پیمانے پر سینے سے لگائے ہوئے ہے اور میں اپنی سابقہ چھوٹی سی دنیا میں چند غیر ملکی اساتذہ کی موجودگی کے بارے میں کیا کہہ سکتا ہوں؟ میں یہی محسوس کرتا ہوں کہ ہم سب ایک ایسی برادری میں ڈھل گئے ہیں جس کی کوئی سرحد نہیں ہے اور ہم سب مشترکہ طور پر انسانیت کی بھلائی اور اپنی روحانی تسکین کے لیے سائنس کو مستحکم کرنے کی کوششوں میں لگے

ہوئے ہیں۔

حواشی

* **تعارف:** جیکب پالس جونیر (پیدائش 1940) برازیل کے ریاضی دان ہیں۔ ان کی دلچسپی حرکیاتی نظاموں میں رہی ہے۔ انھوں نے کئی کتابیں لکھی ہیں۔ جن میں سے حرکیاتی نظاموں کا ہندسی نظریہ (Geometric Theory of Dynamical Systems) بہت مقبول ہوئی اور اس کا ترجمہ پرتگالی، روسی اور چینی زبان میں ہو چکا ہے۔

(i)۔ ریوڈی جینرو (Rio de Janeiro) جنوبی امریکا کے ملک برازیل کا دوسرا بڑا شہر ہے۔ برازیل جنوبی امریکا کا واحد ملک ہے جس میں پرتگالی زبان بولی جاتی ہے۔ ریوڈی جینرو 1763ء سے 1815ء تک برازیل کا دارالحکومت رہا ہے۔

تجرباتی سائنس میں کارگزاری

(Doing Experimental Science)

مارٹن ایم۔ پرل*

(Martin M. Perl)

سٹینفورڈ لینئر ایکسلریٹر سینٹر، امریکا

(Stanford Linear Accelerator Center, USA)



© Courtesy of Stanford Linear Accelerator Center

ایک سائنسدان کا تشخص اور اس کے کام کرنے کے انداز کی عمومی تصویر کشی بہت مسخ شدہ ہے اور یہی وہ بات ہے جو نوجوانوں کو سائنس کا پیشہ اختیار کرنے سے دور رکھتی ہے۔ اس لیے میں آپ کو یہ بتانا چاہتا ہوں کہ میں نے پچھلے پچاس سال کے دوران طبیعیات کے تجربات کرتے ہوئے کیا سیکھا ہے۔ میں آپ کو وہ چودہ نکات بتاؤں گا جو میں نے اخذ کیے ہیں اور جنھوں نے تجرباتی سائنس کے اس عمل کو میرے لیے دلچسپ اور پرُ لطف بنا دیا ہے۔ وضاحت کے لیے میں اپنی ہی زندگی سے مثالیں دوں گا۔

سائنس کے جس شعبے میں آپ دلچسپی رکھتے ہوں اس کا انتخاب کرتے ہوئے آپ کو اپنی شخصیت اور اپنے مزاج کو دھیان میں رکھنا چاہیے۔

کائنات کے متعلق میرے تصورات میکانکی ہیں۔ میں ریاضی میں باصلاحیت ہوں لیکن میں اعلیٰ درجے کا ریاضی دان نہیں ہوں اس لیے میں نے تجرباتی سائنس کو اختیار کیا۔ میں ایسے تجربات کے متعلق سوچتا رہتا ہوں جو دلچسپ ہو سکتے ہیں مگر میں نظریاتی طبیعیات پر کام نہیں کرتا۔ میں تجربات کے لئے آلات پر کام کرنا پسند کرتا ہوں کیونکہ مجھے اس فن پر دسترس حاصل ہے۔ اس صورتِ حال میں یہ ضروری ہو جاتا ہے کہ آپ خود کو سائنسدانوں سے منسوب شدہ عکس میں ڈھالنے کی کوشش نہ کریں جو دوسروں نے سائنسدانوں کے متعلق سوچ رکھا ہے۔ یہ ضروری نہیں کہ آپ کو ریاضی پر مکمل عبور حاصل ہو اور یہ بھی ضروری نہیں ہے کہ آپ کو مشینوں کے استعمال پر دسترس حاصل ہو۔ ضروری یہ ہے کہ آپ کے اندر قدرت کے بارے میں نئی باتیں کھوجنے کی

خواہش ہواور اتنا صبر اور برداشت ہو کہ آپ ان نئی باتوں کو جاننے کے لیے تجربات کو جاری رکھ سکیں، جن کا کسی کے پاس کوئی جواب نہیں ہے۔ اگر آپ کو کسی سوال کا سب سے پہلے جواب حاصل ہو جائے گا تو آپ کو بے انتہا خوشی حاصل ہوگی۔

بہترین عمل یہ ہے کہ آپ اپنی ذاتی سوچ کو تجربات کے لیے استعمال کریں۔

آپ اپنے تصورات کو ہی ہمیشہ استعمال نہیں کر سکتے کیونکہ آپ کسی ایسے سائنسی گروپ کا حصہ ہو سکتے ہیں جس کے اپنے مخصوص مقاصد ہوں اور یہ مقاصد آپ کی راہ میں حائل ہو سکتے ہیں۔ اُس صورت میں آپ اپنی سوچ کو نہیں آزما سکیں گے۔ تاہم اپنے ذاتی خیالات پر کام کرنا ہمیشہ انتہائی پر لطف ہوتا ہے۔

یہ ضروری نہیں کہ آپ ان لوگوں میں سے ہوں جن کا دماغ تیزی سے کام کرتا ہے یا جو تیز تیز باتیں کرتے ہیں۔ اصل میں ایسے تیز لوگوں سے دور رہنے میں ہی بھلائی ہے۔

جب آپ کے ذہن میں کوئی خیال آتا ہے تو وہ غیر واضح، اُلجھا ہوا اور غلط بھی ہو سکتا ہے۔ لیکن وہ لوگ جو بہت تیزی کے ساتھ سوچتے اور تیز تیز باتیں کرتے ہیں ان سے اس لیے ہوشیار رہیں کہ انھیں فطرتاً دوسروں کے خیال کو غلط ثابت کرنے سے خوشی ملتی ہے۔ ان لوگوں سے دور رہنا اس لئے بھی ضروری ہے کہ ایک ایسے خیال پر کام کرنے سے جو قدرے غلط معلوم ہوتا ہوا کثر اوقات ایک صحیح خیال تک پہنچنے میں مدد ملتی ہے۔ مگر اس میں وقت لگتا ہے اور ایسے میں آپ کو تیز تیز باتیں کرنے والے ناقدین کی نہیں بلکہ ایسے ساتھیوں کی ضرورت ہوتی ہے جو ہمدرد اور مددگار ہوں۔

ضروری نہیں کہ آپ کو ہر بات کا علم ہو۔ ضرورت پڑنے پر آپ کسی بھی مضمون یا ٹیکنالوجی پر کام کرتے ہوئے اسے سیکھ سکتے ہیں۔

ان دنوں سائنس بڑی تیزی کے ساتھ ترقی کر رہی ہے۔ اس لیے اگر آپ کسی نئے شعبے میں شامل ہونے کی کوشش کریں گے تو اس نتیجے پر پہنچیں گے کہ اس شعبے میں شامل ہونے سے پہلے آپ کو اپنا تمام وقت اس شعبے کے مضامین کا مطالعہ کرنے میں صرف کرنا ہوگا۔ اس لیے بہتر یہی ہوگا کہ آپ تیزی سے میدانِ عمل میں چھلانگ لگا دیں اور جیسے جیسے ضرورت پیش آئے اپنے ساتھیوں یا کتابوں یا کورسز میں شامل ہو کر یا اپنے تجربات سے سیکھتے چلے جائیں۔

اس بات کی توقع رکھیں کہ کسی ایک اچھے خیال کے ساتھ ساتھ دس یا بیس بُرے قیاسات بھی ہوں گے۔

اس بات کی پہلے سے ہی توقع کر لینی چاہیے کہ آپ نے جو قیاسات پال رکھے ہیں ان میں سے زیادہ تر قابلِ عمل ثابت نہیں ہوں گے۔ ایسے میں جب آپ کو کوئی ایسا اچھا خیال سوجھ جائے جو موثر ثابت ہو تو

یہ ایک زبردست بات ہوگی۔

انجینئرنگ یا سائنس میں استعمال ہونے والی ٹیکنالوجی کے مستقبل کے متعلق کوئی پیش گوئی کرنا اکثر اوقات ناممکن ہوتا ہے۔

میں طبیعات دان بننے سے پہلے کیمیکل انجینئر تھا اور 1940ء کی دہائی کے آخر میں میں جنرل الیکٹرک کمپنی کے لیے کام کرتا تھا۔ میں نے ان کے لیے تحقیق وترقی کے ایک منصوبے پر کام کیا جس کا مقصد بہت چھوٹی الیکٹرانک ویکیوم ٹیوب بنانا تھا تاکہ چھوٹے ریڈیو سیٹ بن سکیں جن میں کم بجلی استعمال ہو۔ اسی دوران بیل لیبارٹری والوں نے ٹرانزسٹر ایجاد کرلیا۔ چنانچہ جس سوچ کے تحت یہ کام شروع کیا گیا تھا وہ دھرے کا دھرا رہ گیا۔

آپ جس قسم کی ٹیکنالوجی یا ریاضی استعمال کررہے ہیں اگر اس میں آپ کی دلچسپی غیر معمولی ہے یا آپ اس کے سحر میں گرفتار ہیں تو جان لیجیے کہ بُرے دن کبھی بھی بہت بُرے نہیں ہوں گے۔

جب آپ تجرباتی سائنس اختیار کرتے ہیں تو ایسے برے دن ہمیشہ آتے رہتے ہیں جب کوئی چیز درست کام نہیں کرتی یا آپ اس نتیجے پر پہنچتے ہیں کہ جو ڈیزائن تیار کیا گیا ہے اس میں تبدیلی کی ضرورت ہے۔ ایسے میں ضروری ہوتا ہے کہ آپ تجربے کے کسی حصے کے ساتھ ایسا لگاؤ رکھتے ہوں کہ آپ برے وقت کو گزار سکیں۔

ٹیکنالوجی اور ریاضی کے ساتھ دلی لگاؤ کا ایک فائدہ یہ ہوسکتا ہے کہ آپ انھیں بہتر بنانے اور ان میں مثبت تبدیلیاں لانے کا سوچنا شروع کردیں۔

یہ ایک ایسا نکتہ ہے جسے مزید وضاحت کی ضرورت نہیں ہے۔

ہوسکتا ہے کہ آپ ایک بڑے تجربے یا انجینئرنگ کے بڑے منصوبے میں استعمال ہونے والی کسی ٹیکنالوجی یا ریاضی کو ناپسند کرتے ہوں بلکہ اُس سے خوفزدہ ہوں اور ان شعبوں کو آپ بخوشی اپنے ساتھیوں کے لئے چھوڑ دینا چاہیں۔ ایسے میں اگر ان شعبوں میں سے کسی ایک میں آپ کو شامل ہونا پڑ جائے تو اس پر حیران نہ ہوں۔

اگرچہ میں نے اپنے پیشے کی ابتدا کیمیکل انجینئر کے طور پر کی تھی تاہم کیمیا کے بہت سے شعبے ایسے ہیں جنھیں میں پسند نہیں کرتا۔ لیکن ہم جس وقت شہابِ ثاقب کے زمین تک آجانے والے ٹکڑوں (Meteoritic Material) میں کسری برقی بار (fractional electric change) کی تلاش کررہے تھے اس وقت اس تلاش کے لئے کیمیا کی جس شاخ نے ہمارے کام آنا تھا وہ کسی محلول میں حل شدہ اور معلق ذرات کی

درمیانی کیفیت کی کیمیا(colloidal chemistry) کہلاتی تھی۔ کیمیا کا یہ شعبہ مجھے پسند نہیں تھا مگر مجھے اس کو سیکھنا پڑا۔

یہ لازم ہے کہ آپ جس ٹیکنالوجی یا ریاضی کو استعمال میں لا رہے ہیں وہ آپ کی پسندیدہ ہو۔ لیکن یہ نہیں ہونا چاہیے کہ آپ اس ٹیکنالوجی یا ریاضی کی محبت میں ہی گرفتار رہیں، ہوسکتا ہے کہ آپ کے استعمال میں رہنے والی ٹیکنالوجی یا ریاضی سے بھی زیادہ بہتر کوئی اور راستہ ہو۔

یہ ایک ایسا نکتہ ہے جسے مزید وضاحت کی ضرورت نہیں ہے۔

لازم ہے کہ آپ سائنس اور ٹیکنالوجی کے جنون میں مبتلا ہونے کا فن سیکھ لیں۔

جب آپ کوئی تجربہ کررہے ہوں تو یہ ضروری ہے کہ آپ اس کے جنون میں مبتلا ہو جائیں۔ آپ کی کیفیت یہ ہونی چاہئے کہ اگر آدھی رات کو آپکی نیند کھل جائے تو آپ کو معلوم ہو کہ خواب کے عالم میں بھی آپ اسی تجربے کا سوچ رہے تھے۔ مگر یاد رکھیں کہ تمام تجربات کے دوران ایسا وقت ضرور آئے گا جب آپ اپنے تجربے کو مزید بہتر نہیں بنا پائیں گے یا کسی اور نے اسی شعبے میں ہی زیادہ مفید تجربہ کی اختراع کر لی ہو۔ ایسی صورت میں ضروری ہے کہ آپ اپنے تجربے کو چھوڑ دیں اور آگے بڑھیں۔ اسے سائنس میں جنون کا فن کہتے ہیں۔

سائنس کے کئی شعبوں میں تجربات کرنے اور نظریاتی کام کرنے، دونوں کے لیے وقت نکالنا روز بروز مشکل ہوتا جا رہا ہے۔ ذراتی طبیعیات اور فلکیاتی طبیعیات کے شعبوں میں تو ایسا کرنا ناممکن ہو گیا ہے۔

مجھے اعتراف ہے کہ سائنس کے کئی شعبوں میں جدید تجرباتی آلات ڈیزائن کرنا اور انھیں تیار کرنا، نئے نظریات کو متعارف کروانے کی طرح ہی، ایک کل وقتی کام بن چکا ہے۔ یہ صورت حال افسوسناک ہے لیکن دن اور رات کو ملا کر بھی اتنا وقت نہیں بنتا کہ یہ دونوں کام کیے جا سکیں۔

انجینئروں، موجدوں اور تجربات کرنے والوں کے لئے ضروری ہے کہ وہ سائنسی نظریات کو اپنا اچھا ساتھی بنا لیں۔ کبھی اس کی راہنمائی کریں اور کبھی اس کے مطابق عمل کریں مگر تجربات کرنے والوں یا انجینئروں پر لازم ہے کہ وہ نظریے کو نہ تو یہ تعیّن کرنے دیں کہ کیا مروّج ہے اور نہ ہی یہ کہ کیا اہم ہے۔

اس وقت صورت یہ ہے کہ سائنسی برادری کے اندر اور باہر نظریے نے یہاں تک کہ ہر مفروضی نظریے نے، نہ صرف سائنسی سوچ بلکہ سائنس کو پیش کرنے کے طریقے تک کو اپنے قبضے میں کر لیا ہے۔ آج کل تجربہ کرنے والے اکثر اوقات وہی تجربات کرتے ہیں جنھیں کسی نظریے یا مفروضے کے تحت تجویز کیا گیا ہوتا ہے۔ غور طلب بات یہ ہے کہ اگر آپ حقیقی معنوں میں کوئی تجربہ کر رہے ہیں تو آپ نظریے کو پرکھنے میں

زیادہ وقت نہیں لیں گے۔ اگر آپ وہ تجربہ کریں جس پر آپ کا اپنا یقین ہے تو اس سے آپ قدرت کے متعلق کہیں زیادہ جان سکیں گے اور آپ کی خوشی دو چند ہوگی۔ بات یہ ہے کہ سائنسی معلومات کی صحّت جانچنے کے لیے حرفِ آخر تجربات سے حاصل ہونے والے نتائج اور پیمائشیں ہی ہیں۔

حواشی

تعارف: مارٹن ایم. پرل(Martin M. Perl)2014ء-1927ء، امریکی طبیعیات دان تھے۔ انھیں 1995ء میں ٹاؤذرات (τ lepton) کی دریافت پر نوبل انعام دیا گیا تھا۔ ان کے والدین کا تعلق پولینڈ سے تھا اور وہ ہجرت کر کے امریکا میں آباد ہوگئے تھے۔ اِس کتاب کی پہلی اشاعت کے وقت وہ سائنسی میدان میں فعال تھے اور سائنٹسٹ ایمریٹس(Scientist Emeritus) کے طور پر امریکی تجربہ گاہ سلیک(SLAC) سے وابستہ تھے۔

وقت کے ساتھ تحقیق میں زیادہ پرجوشی آجاتی ہے

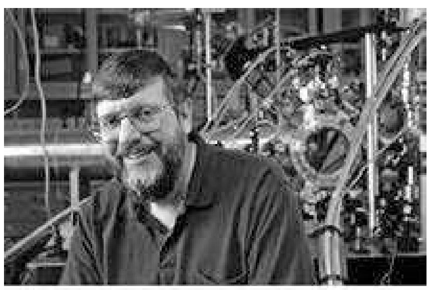
(Research Gets More Exciting with Time)

ولیم ڈی۔ فلپس*

(William D. Phillips)

نیشنل انسٹی ٹیوٹ آف سٹینڈرڈز اینڈ ٹیکنالوجی، امریکا

(National Institute of Standards and Technology, USA)



© Copyright 1997 Robert Rathe

جہاں سے میری اولین یادداشت شروع ہوتی ہے تقریباً تب سے مجھے یاد ہے کہ میرا سائنس کے ساتھ لگاؤ تھا۔ جب میں پانچ سال کا تھا تو گھریلو اشیاء کی بوتلوں کو جمع کر کے انھیں اپنا کیمیا کا سیٹ کہا کرتا تھا۔ میں اس زمانے میں ہر ایک چیز کا معائنہ اس خورد بین سے کیا کرتا تھا جو میرے والدین نے مجھے لے دی تھی۔ میرے بچپن کے پسندیدہ مشغلوں میں ماہی گیری، بیس بال(base ball) کھیلنے، سائیکل چلانے اور درختوں پر چڑھنے کے ساتھ ساتھ سائنس بھی ایک مشغلہ تھا۔ لیکن جیسے جیسے وقت گزرتا گیا میری دلچسپی بیس بال کے بیٹ، ماہی گیری کی بنسی(rod) اور فٹ بال کے خود(helmet) سے کم ہوتی گئی اور اریکٹر سیٹ(Erector set)، کیمیا سیٹ(chemistry Set) اور خورد بینوں میں بڑھتی گئی۔ مجھے یاد ہے کہ دس سال کی عمر کو پہنچنے سے کچھ پہلے میں نے فیصلہ کر لیا تھا کہ سائنس کو اپنی زندگی کا حاصل بناؤں گا۔ اس فیصلے کے بعد میں نے غیر پختہ اور سادہ لوح انداز میں طبیعیات کی سادگی اور حسن سے لطف لینا شروع کر دیا تھا۔

میں نے اپنے خاندانی گھر کے تہ خانے میں ایک لیبارٹری بنا رکھی تھی، جہاں میں اسبسٹاس (asbestos)، بجلی اور الٹرا وائلٹ روشنی کے خطرات سے بے خبر اور بے نیاز، کئی کئی گھنٹے آگ، دھماکا خیز مادوں، راکٹوں اور کاربن کے ذریعے بجلی کی چمک (carbon arc) کے ساتھ تجربات کرتا رہتا تھا۔ میرے والدین اگرچہ میرے سائنسی مشاغل میں براہِ راست شامل نہیں ہوتے تھے لیکن انھوں نے میرے تجربات سے ہمیشہ صرفِ نظر کیا۔ اُس وقت بھی جب میرے تجربات کی وجہ سے بجلی کا لوڈ بڑھ گیا اور اس سے تمام سرکٹ بریکروں نے بجلی بند کر دی۔ میرے والدین ہمیشہ میری حوصلہ افزائی کرتے تھے، انھوں نے مجھے چیزوں کو

دریافت کرنے، سیکھنے اور اُن سے لطف اندوز ہونے کی آزادی دے رکھی تھی۔

ہائی سکول میں سائنس اور ریاضی سکھانے کا معقول بندوبست تھا جس سے میں نے فائدہ بھی حاصل کیا اور لطف بھی اٹھایا۔لیکن اس دور کو یاد کرتے ہوئے میں یہ بات پورے یقین کے ساتھ کہہ سکتا ہوں کہ وہ کلاسیں جن میں زبان سیکھنے اور تحریری صلاحیت کو بہتر بنانے پر زور دیا جاتا تھا وہ بھی سائنس کے پیشے میں میری ترقی کے لیے اتنی ہی اہم تھیں جتنی کہ سائنس اور ریاضی کی کلاسیں تھیں۔ میں یہ بھی محسوس کرتا ہوں کہ ہائی سکول میں میرا مباحثوں کے مقابلوں میں حصہ لینا بھی میرے بہت کام آیا اور بعد کے ایام میں، میں اسی کی بدولت بہتر سائنسی لیکچر دینے کے قابل ہوا۔تحریر کے انداز کو بہتر بنانے کی کلاسوں نے مجھے بہتر سائنسی مقالے لکھنے کے لائق بنایا اور فرانسیسی زبان کے مطالعے نے مجھے آگے چل کر کلد کوئین تنوجی (Claude Cohen-Tannoudji)[(i)] کے تحقیقاتی گروپ کے ساتھ انتہائی مفید تحقیقی اشتراک قائم کرنے میں مدد دی۔

ہائی سکول کے پہلے سال کے اختتام پر موسم گرما میں میں نے ڈیلاوئیر یونیورسٹی (Delaware University) میں کام کیا، یہاں میں نے سپٹرنگ[(ii)] (sputtering) کے تجربات کئے۔ یہ تجربہ بہت شاندار تھا اور مجھے اس کے دوران اس گریجویٹ طالب علم سے جو میرا نگران تھا ایک بہت اہم حقیقت کا بھی علم ہوا۔اس نے مجھے بتایا کہ ''تجرباتی طبیعیات دان وہ ہوتا ہے جس کو اپنے شغل میں مصروف رہنے کی تنخواہ ملتی ہے''۔

جب میں جونیاتا کالج (Juniata College) پہنچا تو مجھے وہاں صحیح معنوں میں ریاضی اور طبیعیات کے درمیان تعلق کے حسن کی پہچان ہوئی۔ میں نے جانا کہ طبیعیات کے حوالے سے کیلکولس ایک چیلنج تو ضرور ہے مگر اس چیلنج کو سر کرتے ہوئے لطف بھی بڑا آتا ہے اور دیکھا جائے تو ریاضی اور طبیعیات میں ایک طرح کا رابطہ موجود ہے اور اسی اتحاد میں ساری خوبصورتی ہے۔ اس وقت تک مجھے وہ آلات دستیاب نہیں تھے جن کے ذریعے میں اس خوبصورتی کو دیکھ سکوں اور اس کی خوبیوں کو سراہ سکوں۔

جونیاتا کالج میں میں نے الیکٹرون سپن ریزوننس (electron spin resonance) پر تحقیق شروع کی تو اس سے مجھے اس مضمون کی گہرائی کا اندازہ ہوا۔اسی لیے میں نے اس کے متعلق اپنے علم میں اضافے کے لیے آرگون (Argonne) نیشنل لیبارٹری میں ایک سیمسٹر گزارا۔ اس تجربے نے مجھے اپنی گریجویشن کے بعد ایم آئی ٹی[(iii)] (MIT) میں ڈین کلیپنر (Dan Kleppner) کے گروپ میں شامل ہونے میں مدد دی۔ یہاں میں نے مقناطیسی معیارِ حرکت (magnetic moments) کی درست ترین پیمائش پر کام کیا۔ جب میں اس انتہائی درست درجے کی پیمائش سے حاصل ہونے والی خوشی سے لطف اندوز ہو رہا تھا جس درجے تک

پہلے کسی نے پیائش نہیں کی تھی تو مجھے شدت سے احساس ہوا کہ ٹیونیبل ڈائی لیزر (tunable dye laser) جو ہماری لیبارٹری میں نئے نئے متعارف ہوئے تھے وہ تجرباتی طبیعیات کے ایک جدید اور اہم عنصر کی نمائندگی کرتے ہیں۔

ڈین کلیپنر کی حوصلہ افزائی کی بدولت میں نے ایک نیا تجربہ شروع کیا۔ میں نے اس تجربے میں لیزر کے ذریعے سوڈیم کے ایٹموں میں ہیجان پیدا کر کے (to excite sodium atoms) ان کے آپس میں تصادم کی خصوصیات کا مطالعہ کیا۔

اس طرح میں نے اپنی پی ایچ ڈی کے لیے دو انتہائی مختلف قسم کے تجربات کیے جو کہ آنے والے برسوں میں میرے لیے بہت اہم ثابت ہوئے۔ اس کے لیے میں ڈین (Dan) کا مرہونِ منت ہوں اور میں اس سبق کے لیے بھی ان کا شکر گزار ہوں جو انہوں نے اپنی مثال سے سکھایا کہ کوئی بھی دنیا کے بہترین طبیعیات دانوں کے ساتھ مقابلہ کرتے ہوئے علم کی حدوں کو چھو سکتا ہے لیکن ایسا کرتے ہوئے ہمیشہ کھلے دل سے، انسانیت اور تعاون کے جذبوں کے ساتھ آگے بڑھنا چاہیے۔

ڈاکٹریٹ کے بعد میں نے ایم آئی ٹی میں دو بڑے مصروف سال گزارے اور وہاں سے میں میری لینڈ کے امریکی شہر گیدرزبرگ (Gaithersburg) چلا گیا، جہاں پر نیشنل بیورو آف سٹینڈرڈز (National Bureau of Standards) میں مجھے نوکری تو بہت درستگی کے ساتھ پیائش کرنے والے ماہر کے طور پر ملی مگر میں نے وعدہ لیا کہ میں اپنا کچھ وقت لیزر کے تجربات کو بھی دے سکوں گا۔ اب اس ادارے کا نام نیشنل انسٹی ٹیوٹ آف سٹینڈرڈز اینڈ ٹیکنالوجی (National Institute of Standards and Technology) ہو گیا ہے۔ چنانچہ جب میں برقی مقداروں کی انتہائی درست پیائش کر رہا تھا، تو اس کے ساتھ ساتھ میں نے لیزر کے ساتھ ایٹموں کو ٹھنڈا کر کے انہیں قابو کرنے کے تجربے کا ایک خاکہ بھی تیار کرنا شروع کر دیا تھا۔

جب میں ایم آئی ٹی میں ہی تھا تو 1978ء میں میں نے کچھ تحقیقی مضامین پڑھے جو محصور روانوں (trapped ions) کو لیزر کے ذریعے سرد کرنے کے بارے میں تھے اور ان میں سوڈیم کے ایٹموں کو لیزر کے ذریعے سرد کرنے اور محصور (trap) کر لینے کے امکانات پر گفتگو کی گئی تھی۔ سوڈیم ایٹموں میں لیزر کے ذریعے ہیجان پیدا کر دینے کے اپنے تجربے کی بنیاد پر میں نے یہ سمجھا کہ میں لیزر کے ذریعے بے بار ایٹموں کو بھی ٹھنڈا کرنے کا کام دوسروں سے پہلے کر سکوں گا مگر یہ کام میری سوچ سے بھی زیادہ مشکل ثابت ہوا۔ تاہم کچھ برسوں میں سٹیٹ یونیورسٹی آف نیویارک سٹونی بروک (SUNY-Stony Brook) کے ہال میٹکاف (Hal Metcalf) جیسے ساتھیوں اور ایک تسلسل کے ساتھ ذہین اور باصلاحیت بعد از ڈاکٹریٹ طلبہ کے ساتھ مل

کرہم نے آہستہ آہستہ وہ ترکیبیں ڈھونڈ نکالیں جن کی مدد سے پہلے ایٹمی شعاع کے ایٹموں کی رفتار کم کی جا سکتی ہے، پھر انہیں محصور کیا جا سکتا ہے اور پھر ٹھنڈا کر کے ناقابل یقین حد تک کم درجۂ حرارت پر لایا جا سکتا ہے۔ جب ہم نے یہ دریافت کیا کہ ہم ایٹمی گیس کو سرد کر کے اس سے بھی کم درجۂ حرارت پر لا سکتے ہیں جسے ممکنہ حد تک کم درجۂ حرارت شمار کیا جاتا ہے تو ہماری حیرت کی کوئی انتہا نہ رہی۔ بالآخر ہم سیزیم (cesium) کے ایٹموں کو سرد کر کے مائیکروکیلون (microkelvin) سے بھی کم درجۂ حرارت پر لے گئے۔

ہماری لیبارٹری اور دنیا بھر کی لیبارٹریوں میں ایٹموں کو قابو کرنے اور لیزر سے سرد کرنے کی جو تکنیکیں اختیار کی گئی ہیں انہوں نے ایٹمی طبیعیات میں تحقیقات کے نئے دروازے کھول دیئے ہیں۔ اس سے جو ترقی اور تبدیلی آئی ہے اس نے ہمیں ایٹمی کلاک کی مدد سے فاصلے کی انتہائی درست پیمائش سے لے کر بوز۔آئن سٹائن تکثیف (Bose-Einstein Condensation) تک پہنچنے کے قابل بنا دیا ہے۔ میں سمجھتا ہوں کہ وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ تحقیق زیادہ سے زیادہ دلچسپ ہوتی چلی جا رہی ہے اور بطور ایک تحقیقی طبیعیات دان کے، مجھے جو اطمینان حاصل ہوا ہے وہ صرف اس بات پر ہی نہیں ہے کہ مجھے نئی اور غیر متوقع چیزیں سیکھنے کو ملی ہیں بلکہ اس بات کا بھی ہے کہ یہ کام میں نے ایک ایسی سائنسی برادری میں رہ کر کیا ہے جو میری ہی طرح دنیا بھر کی لیبارٹریوں میں ایک عزم کے ساتھ کام کر رہی ہے۔ وہ مرد اور عورتیں جن سے میں نے بہت کچھ سیکھا ہے اور جنہیں آج اپنا دوست کہتے ہوئے مجھے خوشی ہوتی ہے۔

حواشی

* **تعارف:** ولیم ڈینیل فلپس (Willam Daniel Phillips) پیدائش 1948ء امریکی طبیعیات دان ہیں۔ انہوں نے لیزر کی شعاعوں کی مدد سے ایٹموں کو ٹھنڈا کرنے کا طریقہ دریافت کیا اور اس کے لیے ایک آلہ بھی ایجاد کیا جس پر انہیں 1997ء کا نوبل انعام دیا گیا تھا۔ یہ انعام انہیں کلد کوئین تنوجی (Claude Cohen-Tannoudji) اور سٹیون چو (Steven Chu) کے ساتھ مشترکہ طور پر ملا تھا۔

(i)۔ کلد کوئین تنوجی (Claude Cohen Tannoudji) دیکھیے صفحہ نمبر 79۔

(ii)۔ سپٹرنگ (Sputtering) ایسے عمل کو کہتے ہیں جس میں ٹھوس مادے پر بلند توانائی کے ذرات کی بوچھاڑ کر کے مادے میں سے ایٹموں کا اخراج کیا جاتا ہے۔

(iii)۔ ایم۔آئی۔ٹی امریکہ کے تعلیمی ادارے میساچوسیٹس انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (Massachusetts Institute of Technology) کا مخفف ہے۔

نقطۂ آغاز

(The Starting Point)

الیگزینڈر ایم۔ پولیاکوف*

(Alexander M. Polyakov)

پرنسٹن یونیورسٹی، امریکا

(Princeton University, USA)



© Courtesy of Alexander M. Polyakov

جب میں ہائی سکول میں تھا تو مجھے مشہور ریاضی دان آندرے نکولووچ کولموگوروف (Andrey Nikolaevich Kolmogorov) کا وہ معروف مضمون پڑھنے کا موقع ملا جس میں انھوں نے یہ جاننے کے کچھ طریقے بتائے تھے کہ کیا آپ میں ریاضی سیکھنے کی صلاحیت ہے بھی یا نہیں۔ ان میں کچھ اس طرح کے سوال پوچھے گئے تھے کہ کیا آپ اس لائق ہیں کہ ایک مکعب کے اُس حصے کا تصور کر سکیں جو ایسے مسطح (Plane) کے کاٹنے سے بنتا ہو جو مکعب کے مرکز سے گزرتا ہو اور اُس کے وتر (diagonal) کے عموداً (perpendicular) واقع ہو۔ میں نے ایسا کرنے کی کوشش کی مگر میں ناکام رہا۔ اس کے بعد انھوں نے الجبرے کی صلاحیت معلوم کرنے کے لیے الجبرے کی کچھ عبارات (expressions) دیں جن کے سادہ جزئیات (factors) بنانے تھے۔ اس میں مجھے ایک بار پھر ناکامی ہوئی۔ چنانچہ میں اس نتیجے پر پہنچا کہ میں ریاضی دان نہیں بن سکتا، اس لیے میں نے طبیعیات پڑھنے کا فیصلہ کر لیا۔ میں نے کچھ مقبول عام کتابیں اور پہلے سال کے طلبہ کے لیے مرتب کی گئی طبیعیات کی نصابی کتب لیں اور انھیں پڑھنے کی کوشش کی۔ اس کا نتیجہ بھی کچھ اچھا نہیں نکلا۔ میں ایک تو آگے بڑھنے کی سست رفتار سے اور دوسرے اس بات سے اُکتا گیا تھا کہ جتنی زیادہ تفصیل سے وضاحتیں سامنے آتی تھیں اُتنی ہی مجھے سمجھ کم آ رہی تھی۔

اور پھر ایک دن میں نے پرانی کتابوں کی دکان سے ایک کتاب خریدی۔ یہ لنڈاؤ اور لفشٹس (Landau and Lifshitz) کی لکھی ہوئی میکانیات (Mechanics) تھی۔ اس کتاب کا ملنا میرے لیے ایک معجزاتی لمحہ

تھا۔ جب میں نے اسے پڑھنا شروع کیا تو میں بڑا پُر جوش ہو گیا۔ کم سے کم عمل کے اُصول (least action principles) کی خوبصورتی ،تشاکل (symmetry) کی بنیاد پر دلائل ، دنیا کی یکجائی کا تصور (unifying view) اوراس کتاب کی فہم وفراست کی شدت نے مجھ پر ایک مستقل تاثر چھوڑا اور میں نے جان لیا کہ مجھ میں چاہے صلاحیت ہے یا نہیں، یہ سائنس میری ہے اور چاہے کچھ بھی ہو میں اس کا مطالعہ ضرور کروں گا۔

تاہم یہ بات واضح تھی کہ یونیورسٹی میں داخلے کے امتحان میں پاس ہونے کے لیے مجھے اس جیسے معیاری سوالات حل کرنا ہی ہوں گے جن کا میں اوپر ذکر کر چکا ہوں۔ چنانچہ میں نے ایسی کتابیں پڑھنا شروع کر دیں جن میں سوالات اوران کے حل دیئے گئے تھے۔ کچھ عرصے بعد مجھے اندازہ ہوا کہ ان سوالوں کے کچھ مخصوص انداز ہیں۔ یہ جاننے کے بعد میں بالآخران کے حل نکالنے میں کافی طاق ہو گیا۔ اس سے مجھے یہ اہم سبق ملا کہ اگر آپ نے اپنی منزل کا تعین کر لیا ہے اور آپ میں تجسس ہے تو آپ اپنے اندر خاص صلاحیتیں پیدا کر سکتے ہیں۔ یونیورسٹی میں میرے مشیر اتالیق آرکیڈی میگڈل (Arkady Migdal) تھے۔ وہ غیر معمولی شخصیت کے مالک اور بڑے ذہین طبیعیات دان تھے۔ انھوں نے مجھے نصیحت کی کہ میں ایسے مظاہر (Phenomena) کا مطالعہ کروں جو ٹھوس مادے کی طبیعیات (solid state physics) اور ذرات کی طبیعیات (particle Physics) دونوں میں مشترک ہوں۔ حالانکہ اس وقت یہ معمول سے ہٹا ہوا طرز عمل تھا لیکن میں نے ویسا ہی کیا جیسا انھوں نے کہا تھا۔ کچھ عرصہ تک لوگوں نے سمجھا کہ یہ کوئی احمقانہ کام (crackpot business) ہو رہا ہے مگر بتدریج حالات بدلتے چلے گئے۔ آج طبیعیات کے ان دونوں شعبوں کے درمیان یہ تعلق عام ہو گیا ہے۔ اس راستے پر چلتے ہوئے مجھے نقطۂ فاصل کے مظاہر (critical phenomena) اور بہت کم فاصلے پر بنیادی ذرات (elementary particles) کے باہمی تعامل (interaction) میں ایک مماثلت معلوم ہوئی۔ ان دونوں میں اوّل الذکر تو جانی پہچانی چیز ہے جو اس وقت لوہے کے ایک ٹکڑے میں ظاہر ہوتی ہے جب وہ مقناطیس بن جاتا ہے یا اُبلتے ہوئے پانی میں ایسے دباؤ پر پیدا ہوتی ہے جب اس کی توانائی اتنی ہی ہو جاتی ہے جتنی کہ بخارات میں ہوتی ہے۔ 67-1966ء کے اس زمانے میں اس طرح کی چیزوں کے متعلق نظریات وجود میں آنا شروع ہو گئے تھے۔ میں نے ان پر کام کرنا شروع کیا اور نام نہاد ''خلاف معمول جہتوں'' (anomalous dimensions) کا پیدا ہونا اور ''موافق تشاکل'' (conformal symmetry) کو سمجھنے کی کوشش کی۔ تب مجھے احساس ہوا کہ ان مظاہر کی ریاضیاتی طور پر مماثلت ذرات کی طبیعیات سے ہے جس کا میں ان تجربات کے تجزیے پر اطلاق کر سکتا ہوں جن میں انتہائی زیادہ توانائی والے الیکٹرون پروٹون سے ٹکراتے ہیں اور ایک مکمل ابتری (mess) پیدا کر دیتے ہیں۔ یہی نہیں بلکہ مجھے اس وقت مزید خوشی ہوئی جب

میں نے طبعیات کی ایک اور شاخ یعنی نظریہ تلاطم (Theory of turbulence) کے ساتھ بھی اس کی مماثلت پائی۔ آج تقریباً چالیس سال بعد بھی سائنس کے ان تین شعبوں میں میری دلچسپی برقرار ہے۔ یوں لگتا ہے کہ طبیعی نظریات کا اتحاد قدرت کا ایسا پیغام ہے جو سب سے زیادہ خوبصورت، عجیب وغریب اور کم سمجھائی دینے والا ہے۔

کچھ مدت بعد مجھے ایک بار پھر اسی مماثلت سے فائدہ پہنچا۔ بات یوں ہے کہ کثیف مادے کی طبیعیات میں کچھ ایسی دلچسپ چیزیں ہیں جو مادے کی خصوصیات کا تعین کرتی ہیں۔ قلموں (crystals) میں ساخت کی کچھ ایسی خامیاں ہوتی ہیں جنھیں ڈِس لوکیشنز (dislocations) کہتے ہیں۔ ایک خاص درجۂ حرارت پر وہ بڑی تیزی سے بڑھنا شروع ہوجاتی ہیں۔ اس عمل سے قلم پگھل جاتی ہے۔ سپر موصلیت (super conductivity) میں بھنور (vortices) بھی سپر موصلیت کو تباہ کرنے کے لیے یہی کردار ادا کرتے ہیں۔ میں نے ایسی ہی چیزوں کی تلاش شروع کردی جس کے متعلق میرا خیال تھا کہ یہ خلا (vacuum) میں بہت کم فاصلے پر ہونے والے عوامل میں موجود ہوں گی اور میں نے انھیں پا بھی لیا۔ آج انھیں مونو پولز (monopoles) اور انسٹین ٹونز (instantons) کہتے ہیں۔ دوسری باتوں کے علاوہ ان کی ایک خوبی یہ بھی ہے کہ ان کی بہتات کسی خلا میں کوارکس (quarks) کے بکھرنے کو روک دیتی ہے، اسے کوارکس کی بندش (quarks confinement) کے نام سے پہچانا جاتا ہے۔ اتفاق دیکھیے کہ یہ چیزیں ریاضی کے لیے بہت اہم ثابت ہوئیں اور میری توقع کے برعکس انھوں نے ٹوپالوجی[(i)] (topology) میں ایک عرصے سے حل طلب کئی مسائل کو حل کر دیا۔ شاید یہ اس بات کا اشارہ ہو کہ دنیا میں نظریات کی وحدانیت ہماری سوچ سے بھی زیادہ ہے۔

بعد میں دوسروں کی طرح میں نے ان نہایت ہی چھوٹی پیمائشوں والے مظاہر پر، جہاں زمان و مکاں کوانٹم (Quantum) بن جاتے ہیں، کام شروع کر دیا۔ میں پھر اُسی مماثلت کو استعمال کرنے کی کوشش کر رہا ہوں جو ایسی چیزوں میں موجود ہے جنھیں ہم جانتے ہیں اور اس اُمید کے ساتھ اپنی تلاش کو جاری رکھے ہوئے ہوں کہ اس پیمانے پر نظریات کی ہم آہنگی ان میں بھی ہوگی۔ اس بات کی کوئی ضمانت نہیں ہے کہ یہ ہم آہنگی موجود ہوگی۔ لیکن تجربات کے ایک طویل دور سے گزرنے کے بعد ایک خاص قسم کی حس بیدار ہو جاتی ہے جس کی وضاحت بہت مشکل ہے۔ غالباً جیسا کہ مکانی تخیل (spatial imagination) (جو سکول کے زمانے میں میرے اندر مفقود تھا) ہمیں چیزوں کو ان کی جگہ پر رکھنے میں مدد دیتا ہے اسی طرح ایک زمانی تخیل (temporal imagination) ہمیں آنے والی چیزوں کا اندازہ لگانے میں مدد دیتا ہے۔ دنیا کے متعلق اس تخیل کو ہی ہم وجدان یا ادراک کہتے ہیں اور یہ صفت تجربے کے ساتھ بہتر ہوتی چلی جاتی ہے۔

ان تمام کوششوں کا حتمی مقصد انتہائی سادہ سوالوں کے جواب تلاش کرنا ہوتا ہے۔ آج ہم اس لائق ہیں کہ اس سوال کا پوری صحت کے ساتھ جواب دے سکیں کہ ''حرارت کیا ہے؟'' —— سالموں کی حرکت کو حرارت کہتے ہیں۔ شاید ہم اتنی ہی صحت کے ساتھ اس سوال کا جواب دینے کے بھی قابل ہو جائیں گے کہ ''وقت کیا ہے؟''۔ ابھی ہم اس لائق نہیں ہیں کہ اس سوال کا جواب دے سکیں، لیکن پچھلی دہائی کی شاندار تحقیق سے جو نتائج حاصل ہوئے ہیں انھیں دیکھتے ہوئے ہم اس سوال کو سائنسی اصطلاحات کی شکل میں ڈھال سکتے ہیں۔

ہمیں جن مسائل کا سامنا ہے وہ گہرے ہوتے چلے جا رہے ہیں اور ان کے لیے اعلیٰ درجے کی تجریدیت (abstraction) درکار ہے۔ مجھے اس بات کی فکر ہے کہ پیچیدگیوں کی ایک ایسی حد ہو گی جس سے آگے انسانی دماغ کام ہی نہیں کر سکے گا —— بالکل ایسے ہی جیسے تین سال کے بچے کو الجبرا نہیں پڑھایا جا سکتا۔ ایسی حد شاید ہو مگر ہم ابھی اس حد سے بہت دور ہیں۔

حواشی

* **تعارف :** الیگزینڈر پولیاکوف (Alexandar M. Polyakov) 1945ء میں پیدا ہوئے۔ وہ روس کے نظریاتی طبیعیات دان ہیں۔ پہلے وہ ماسکو کی لینڈاؤ یونیورسٹی میں پڑھاتے تھے۔ اب امریکا کی پرنسٹن یونیورسٹی سے وابستہ ہیں۔ اُن کی تحقیق نے طبیعیات کے مختلف موضوعات کے درمیان رابطہ کی راہ ہموار کی۔

(i)۔ ٹوپالوجی (topology) دیکھیے صفحہ نمبر 165۔

آپ ریاضی دان بن سکتے ہیں

(You Could be Mathematician)

ہیلن آر۔کوئن*
(Helen R. Quinn)
سٹین فورڈ لینئر ایکسیلریٹر سینٹر، امریکا
(Stanford Linear Accelerator Centre, USA)

میری تعلیم



© Courtesy of Dan Quinn

میری پرورش اس زمانے کے آسٹریلیا میں ہوئی جب نوجوان لڑکیوں کو زندگی بھر کے لیے کوئی پیشہ اختیار کرنے کی حوصلہ افزائی نہیں کی جاتی تھی۔ لڑکیاں کچھ عرصہ تک ملازمت کر سکتی تھیں، پھر شادی کر کے انھیں گھر بیٹھنا اور اپنے خاندان کی پرورش کرنا ہوتی تھی۔ میرے اساتذہ ہی نہیں بلکہ میرے والدین بھی یہی سمجھتے تھے کہ میری زندگی کا بھی یہی انداز ہوگا۔ مجھے یہ بات کبھی نہیں سوجھی کہ میں اس مفروضہ کے بارے میں کوئی سوال اٹھاؤں۔ اس لیے میں نے کبھی اُس زندگی کا خواب بھی نہیں دیکھا تھا جو درحقیقت گزاری۔ میں نے کبھی سوچا بھی نہیں تھا کہ میں ایک ایسی سائنسدان بنوں گی جس کے دنیا بھر میں پھیلے ہوئے اپنے سائنسدان ساتھیوں کے ساتھ رابطے ہوں گے اور جو عالمی شہرت کی مالک ہوگی۔

خوش قسمتی سے میرے والدین تخیل اور تجسس کو بڑی اہمیت دیتے تھے۔ اِن صلاحیتوں کی حوصلہ افزائی کرنے میں انھوں نے میرے ساتھ وہی سلوک روا رکھا جو ان کا میرے بھائیوں کے ساتھ تھا۔ علاوہ ازیں انھوں نے یہ بھی دھیان رکھا کہ میں وہ صلاحیتیں بھی حاصل کروں جن کی مجھے ایک بیوی اور ایک ماں کی صورت میں ضرورت ہوگی۔ میری خوش قسمتی کہ میں سیکنڈ گریڈ کے لیے جس سکول میں داخل ہوئی اس کے ابتدائی کلاسوں کے پروگرام میں وہ ترقی پسند طرز تعلیم رائج تھا جس کی سوچ جون ڈیوی[(i)] (John Dewey) نے دی

تھی اور جس میں انفرادی ترغیب اور فکری ترقی کی حوصلہ افزائی کی جاتی تھی۔اس کا ہائی سکول پروگرام اگرچہ زیادہ رسمی اور ایک لگے بندھے طریقے کا تھا مگر صلاحیتوں کے اعتبار سے یہاں پڑھانے والی خواتین کا جواب نہیں تھا۔ وہ بہت ذہین عورتیں تھیں، قریب قریب سب غیر شادی شدہ تھیں، اور درس وتدریس اِن چند پیشوں میں سے ایک تھا جو وہ اختیار کرسکتی تھیں۔ انھوں نے میرے سیکھنے کے اشتیاق کی قدر اور حمایت کی اور مجھے سوچنے کی ترغیب دی۔ مجھے اپنی ہائی سکول کی ریاضی کی وہ بہترین ٹیچر یاد ہے جنھوں نے ایک دفعہ خواتین کے پیشے کے لیے عام سوچ سے ہٹ کر مجھ سے کہا تھا کہ'' ہیلن، تم ایک ریاضی دان بن سکتی ہو۔'' کچھ توقف کے بعد انھوں نے بات جاری رکھتے ہوئے کہا'' تم اس لیے ریاضی دان بن سکتی ہو کیونکہ تم اتنی کاہل ہو کہ مشکل طریقوں سے سوال حل کرنا پسند نہیں کرتیں۔تم ہمیشہ اس وقت تک سوچتی رہتی ہو جب تک تمھیں اس سوال کو حل کرنے کی کوئی آسان ترکیب سوجھ نہیں جاتی۔'' میں اپنی ٹیچر کی یہ بات سن کر سمجھ نہیں پائی کہ انھوں نے میری سرزنش کی ہے یا تعریف، تاہم میرے لیے یہ حیرانی کی بات تھی کہ ریاضی کو ایک پیشے کے طور پر اختیار کیا جاسکتا ہے۔

میں نے کبھی شعوری طور پر یہ طے نہیں کیا تھا کہ میں سائنس کا راستہ اختیار کروں گی۔ مجھے اپنے مضامین کے انتخاب کا پہلا موقع اس وقت ملا جب میں دسویں گریڈ میں پہنچی۔اس وقت میں نے جب اپنی تعلیم کے ایک ایسے پروگرام کو تجویز کیا جس میں سائنس کے کٹھن مضامین شامل نہ تھے تو میری اساتذہ اور میرے والدین نے اصرار کیا کہ وہ تعلیمی پروگرام میرے شایان شان نہیں ہے۔ چنانچہ میں نے اُن کے تجویز کردہ مضامین لے لیے۔اگلے دو برسوں میں جو مضامین ہمیں پڑھنا تھے ان کی تعداد تو کم ہوتی چلی گئی لیکن منتخب شدہ مضامین میں ہمیں زیادہ گہرائی تک پڑھنا ہوتا تھا۔ جہاں تک ممکن ہوتا، میں ہمیشہ زیادہ سے زیادہ کورسز لے لیتی اور ان میں سائنس اور ریاضی کے کورس بھی شامل ہوتے۔ میرے خیال میں اس کی ایک وجہ تو یہ تھی کہ میں اِن کورسز میں اچھے نمبر لیتی تھی۔ دوسری وجہ یہ تھی کہ میری اس سمت آگے بڑھنے کی باقاعدہ حوصلہ افزائی بھی کی جاتی تھی۔خاص طور پر میرے والد جو خود بھی انجینئر تھے میری بہت حوصلہ افزائی کرتے تھے۔

میں نے سولہ سال کی عمر میں ہائی سکول کا امتحان پاس کر کے ملبورن یونیورسٹی میں داخلہ لے لیا۔ اپنے والدین کے کہنے پر میں نے کیڈٹ شپ (cadetship) کے لیے کئی درخواستیں دیں۔ یہ ایک ایسا نظام ہے جس کے تحت کوئی کمپنی یا سرکاری ادارہ یونیورسٹی میں جب کسی طالب علم کے تعلیمی اخراجات برداشت کرتا ہے تو اس کے بدلے میں اس طالب علم کو گریجویشن کے بعد پانچ برس تک اس ادارے کی ملازمت کرنا ہوتی ہے۔ میری درخواست کے جواب میں آسٹریلوی موسمیاتی بیورو سے پیشکش آئی اور میں نے ماہر موسمیات بننا

قبول کرلیا۔

میں جب آسٹریلوی موسمیاتی بیورو میں تھی تب کا ایک تجربہ مجھے خوب یاد ہے۔ یہ 1959ء یا 1960ء کے موسم گرما کی بات ہے کہ آسٹریلیا کے ماہرین موسمیات کو پہلی بار مصنوعی سیارے کے ذریعے بادلوں کے اعداد وشمار موصول ہوئے۔ چونکہ ملبورن کا موسم اس طرف سے آتا ہے جہاں نزدیکی ساحل سے لے کر قطب جنوبی (Antarctica) کے درمیان کچھ بھی نہیں ہے اس لیے اس وقت تک ملبورن کے موسم کی پیش گوئی کا انحصار بڑے محدود اعداد وشمار کے موسمیاتی نقشوں پر ہوتا تھا۔ جب اعداد وشمار مصنوعی سیارے سے ملنے لگے تو ان نقشوں میں بہت بہتری آ گئی۔ پہلے اور نئے نقشوں کے درمیان فرق ڈرامائی حد تک زیادہ تھا۔ آج بھی نظریاتی پیش گوئی کو شک کی نگاہ سے دیکھنے کی میری عادت کا تعلق ملبورن کے ان موسمیاتی نقشوں سے ہے جو مصنوعی سیارے سے پہلے کے زمانے میں مرتب ہوتے تھے۔

میں ملبورن یونیورسٹی کے دوسرے سال میں تھی کہ میرے والد جس چھوٹی سی انجینئرنگ کمپنی کی آسٹریلوی شاخ کو چلاتے تھے اس نے ان کا تبادلہ اپنے امریکا کے مرکزی دفتر میں کر دیا۔ امریکی کمپنی کی پیشکش یہ تھی کہ وہ ان کے پورے خاندان کو امریکا لے جانے کا بندوبست کرے گی اور انھیں تین سال تک امریکا رہنا پڑے گا اور اگر ہم نے چاہا تو اس سے کچھ زیادہ مدت کے لیے بھی ٹھہر سکیں گے۔ ہم سب نے اس بات سے اتفاق کیا کہ امریکا میں تین سال رہنا ایک دلچسپ تجربہ ہوگا۔ مگر ہوا یہ کہ ہم تین سال سے بھی کہیں زیادہ وہاں ٹھہرے۔

مجھے آسٹریلوی موسمیاتی بیورو نے اس معاہدے سے آزاد کر دیا جو میں نے ان کے ساتھ کر رکھا تھا۔ دراصل اس زمانے کے آسٹریلیا میں کوئی یہ توقع نہیں کر سکتا تھا کہ ایک اٹھارہ سال کی نوجوان لڑکی تین سال کے لیے اپنے والدین سے اتنی دور رہ کر زندگی بسر کرے۔ اس وقت میں امریکا کے تعلیمی نظام کے متعلق کچھ نہیں جانتی تھی۔ چنانچہ میرے والدین نے جہاں قیام کرنا تھا میں نے اس کے قریب دو یونیورسٹیوں میں داخلے کی درخواست دے دی۔ ان میں سے ایک سٹین فورڈ یونیورسٹی اور دوسری برکلے کی کیلی فورنیا یونیورسٹی تھی۔ ان میں سے سٹین فورڈ یونیورسٹی نے زیادہ فراخدلی سے میرے ان کریڈٹس کو تسلیم کیا جو میں نے آسٹریلیا میں حاصل کیے تھے۔ چنانچہ میں نے سٹین فورڈ میں داخلہ لے لیا۔ یہاں طبیعیات کے خصوصی مضمون (major subject) کے ساتھ بی۔ ایس سی کرنا مجھے آسان لگا۔ میں نے اِسے ایک سال اور ایک کوارٹر میں مکمل کرلیا۔ یہاں ضروری ہو جاتا ہے کہ میں جیری پائن (Jerry Pine) کا شکریہ ادا کروں۔ وہ طبیعیات کے پروفیسر تھے اور مجھے ان کے پاس اس لیے بھیجا گیا تھا تاکہ وہ اس بات کا تعین کریں کہ مجھے کون سے مضامین اختیار کرنے چاہئیں۔ حقیقت

یہ ہے کہ انھوں نے مجھے اپنے مضامین خود انتخاب کرنے کی اجازت دے دی تھی۔ اس طرح طبیعیات میرا خصوصی مضمون بن گیا۔

جب تک میں نے انڈر گریجویٹ کی ڈگری حاصل کی، مجھے صحیح معنوں میں طبیعیات میں دلچسپی پیدا ہو چکی تھی اور سٹین فورڈ کے اساتذہ عملی طور پر میرا حوصلہ بندھاتے ہوئے گریجویٹ سکول جانے پر زور دے رہے تھے۔ اگرچہ مجھے اس کا یقین نہیں تھا کہ میں پی ایچ ڈی مکمل کر سکوں گی تاہم میں نے اس کے لیے درخواست دے دی۔ میں نے یہ اس لیے کیا کہ جو سکول مجھے زیادہ اچھے لگتے تھے ان میں سے کوئی بھی ماسٹرز ڈگری کے لیے طلبہ کو نہیں لیتا تھا۔ دل ہی دل میں میں نے یہ طے کر لیا تھا کہ میں ماسٹرز ڈگری کا ایک سال مکمل کرنے کے بعد کسی ہائی سکول میں طبیعیات کی ٹیچر بن جاؤں گی۔ اس وقت تک مجھے خود پر یہ اعتماد نہیں تھا کہ میں طبیعیات کا پیشہ اختیار کرنے کی اہل ہوں۔ لیکن پہلے سال کے اختتام تک میں اس طبیعیات کے سحر میں گرفتار ہو گئی جو میں سیکھ رہی تھی۔ چنانچہ میں اس سے منسلک رہی اور طبیعیات دان بن گئی۔ میرا خصوصی شعبہ ذراتی طبیعیات (particle chysics) ہے۔

میری زندگی کی دوسری مصروفیات کا مختصر خاکہ

میں نے طبیعیات کے ایک اپنے ساتھی طالب علم کے ساتھ شادی کر لی اور ہم نے پوسٹ ڈاکٹریٹ کے لیے جرمنی کے شہر ہیمبرگ میں بلند توانائی کی طبیعیات کی لیبارٹری، ڈیزی (DESY) سے اپنے کام کا آغاز کیا۔ پھر ہم امریکہ کے شہر بوسٹن چلے گئے جہاں میرے شوہر نے ٹفٹس (Tufts) یونیورسٹی میں پڑھانا شروع کر دیا اور میں نے بھی ہاورڈ یونیورسٹی میں تدریس کے شعبے کو اختیار کر لیا۔ ہم یہاں سات سال رہے اور اس دوران ہمارے دو بچے ہوئے۔ اس طرح میں طبیعیات دان ہوتے ہوئے بھی نہ صرف ایک بیوی اور ایک ماں بھی بنی بلکہ یوں کہیے کہ میں ایک بیوی اور ماں ہوں اور اب تو میں نانی بننے والی ہوں۔ 1976ء میں جب میرے شوہر نے 'فیصلوں کے تجزیہ' (decision analysis) سے متعلق نئے پیشے کو اپنایا تو ہم واپس کیلی فورنیا آ گئے۔ یہاں میں نے 1977ء میں سٹین فورڈ لینئر ایکسیلیریٹر سینٹر (Stanford Linear Accelerator Center) میں ملازمت کر لی۔ تب سے اب تک یہیں ہوں۔

میرا اہم سائنسی کام

مجھ سے کہا گیا ہے کہ میں آپ کو بتاؤں کہ میں نے سائنس کو کیا دیا ہے۔ اس طرف آنے سے پہلے ضروری ہے کہ میں اس بات کی تھوڑی سی وضاحت کر دوں کہ اب ہم بنیادی تعامل یا قدرت کی قوتوں کے

متعلق کیا جانتے ہیں۔اپنی روزمرہ کی دنیا میں ہم مختلف قسم کے چار تعامل کو پہچانتے ہیں۔ایک کششِ ثقل ہے، جس کے متعلق آپ سب بخوبی جانتے ہیں کیونکہ آپ اسے ہر روز محسوس کرتے ہیں۔ دوسرے برقی اور مقناطیسی تعامل ہیں،جنھیں آپ شاید برقی موٹروں اور مقناطیسوں کے ساتھ تجربات کے حوالے سے پہچانتے ہیں۔ یہی تعامل انتہائی بنیادی سطح پر برقیوں(electrones) کو مرکزے (nucleus) کے ساتھ باندھ کر ان سے ایٹم بناتا ہے۔اس کے علاوہ دو اور طرح کے تعامل مرکزے کے اندر ہوتے ہیں۔ان میں سے ایک مضبوط تعامل(strong interaction) کہلاتا ہے۔ یہ ان کوارکس (quarks) کو باندھ کے رکھتا ہے جو نیوٹرون اور پروٹون بناتے ہیں اور اسی کی بدولت نیوٹرون اور پروٹون باہم جُڑ کر مرکزہ بناتے ہیں جبکہ دوسرا کمزور تعامل(weak interaction) کہلاتا ہے جس کی وجہ سے کوارکس کی ایک قسم دوسری قسم کے کوارکس میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ چنانچہ ایک پروٹون یا تو نیوٹرون میں بدل جاتا ہے یا ایک نیوٹرون، پروٹون بن جاتا ہے،جس کے ساتھ ہی کچھ انتہائی کم کمیت کے ذرات خارج ہوتے ہیں جو مرکزے سے نکلتے ہیں۔

میرا سب سے پہلا مقالہ اس وقت مشہور ہوا جب ذرات کے نظریے میں یہ معلوم ہو چکا تھا کہ مضبوط تعامل، برقی مقناطیسیت اور کمزور تعامل، تینوں کی قوتیں ایک دوسرے سے مختلف ضرور ہوتی ہیں مگر ان میں ریاضی کی ایک ہی جیسی خصوصیات ہوتی ہیں۔اس یکسانیت سے یہ ظاہر ہوتا تھا کہ یہ تینوں تعامل کسی ایک ہی عمل کے مختلف روپ ہو سکتے ہیں۔اس نظریے کو ''گرینڈ یونیفائیڈ تھیوری'' (grand unified theory) یعنی ''عظیم اتحادی نظریہ'' کا نام دیا گیا تھا۔ یہاں سوال یہ پیدا ہوتا تھا کہ اگر یہ ایک ہی قسم کے تعامل ہیں تو ان کی قوت میں اتنا فرق کیوں ہے۔سٹیون وائن برگ(Steven Weinberg)، ہاورڈ جورجی (Howard Georgi) اور میں نے مل کر یہ دریافت کیا کہ ایسا کیونکر ہوتا ہے۔

اس تحقیق کے دوران ہم نے جانا کہ کسی بھی قسم کے تعامل کی قوت(interaction strength) کا انحصار ایک دوسرے کے ساتھ تعامل کرنے والے ذرات کی توانائی پر ہوتا ہے اور مختلف تعاملوں کی قوت، ذرات کی توانائی کی تبدیلی کے ساتھ مختلف شرح سے بدلتی ہے۔ پھر ہم نے یہ دریافت کیا کہ ایک ایسی بہت زیادہ اونچی توانائی کی حد موجود ہے جس پر یہ تینوں تعامل ایک ہی طرح کے نظر آتے ہیں، اگرچہ روزمرہ کی توانائیوں پر یہ ایک دوسرے سے بہت مختلف لگتے ہیں۔ بلکہ انتہائی اونچی توانائی کے اسراعِ کار کے تجربات میں بھی وہ مختلف ہی معلوم ہوتے ہیں۔اس کے بعد ہم یہ وضاحت کرنے کے بھی قابل ہو گئے کہ اتحادی نظریہ(unified theory) میں وہ تشاکل(symmetry) جو مختلف اقسام کے تعامل کے درمیان پایا جاتا ہے اسے کیسے اس طرح توڑا جا سکتا ہے کہ ان تعاملوں کی قوت کم توانائی پر مختلف ہو جائے۔گرینڈ یونیفائیڈ تھیوری

کا نظریہ آج بھی ذراتی طبیعیات کی سوچ کا حصہ ہے مگر یہ اتنی زیادہ توانائی پر وقوع پذیر ہوتا ہے کہ ہم اس کی پیش بینی پر مبنی اضافی ذرات یا اعمال کا براہِ راست مشاہدہ نہیں کر سکتے۔

میں نے سائنس میں جو دوسرا کارنامہ انجام دیا اُس کی وضاحت پہلے والے سے بھی زیادہ تکنیکی ہے اور اس کی بھی تجربات سے تصدیق ہونا ابھی باقی ہے۔ تاہم یہ آج کئی نظریات کا حصہ بن چکا ہے اور یقیناً اب اسے اس معمے کا جواب تسلیم کرنے سے انکار نہیں کیا جا سکتا جس معمے کو رابرٹو پیکی (Roberto Peccei) اور میں مل کر حل کرنے کی کوشش کر رہے تھے۔ مضبوط تعامل کی ایک خصوصیت سی پی تشاکل (CP symmetry) کہلاتی ہے۔ یہ خصوصیت کمزور تعامل میں نہیں ہوتی۔ اس خصوصیت کا مطلب یہ ہے کہ مادے کی طبیعیات کے قوانین اور ضدِ مادہ (antimatter) کے قوانین ایک دوسرے کا عکس (mirror Image) ہوتے ہیں۔ ضدِ مادہ کو لیبارٹری میں دیکھا جا چکا ہے اس لیے ہم جانتے ہیں کہ یہ موجود ہے۔ ایسے ذرات مادے ہی کی طرح ہوتے ہیں لیکن ان کا بار (charge) مادے سے اُلٹ ہوتا ہے۔ اس لیے پروٹون کی ضد کا بار منفی اور الیکٹرون کی ضد جنھیں پوزیٹرون (positron) کہتے ہیں کا بار مثبت ہوتا ہے۔ اس میں معما یہ ہے کہ ذراتی طبیعیات کے معیاری نظریے (standard particle physics theory) کے مطابق اگر کمزور تعامل میں مادے اور ضدِ مادہ کے درمیان عکسی تشاکل نہیں ہے تو تشاکل کا نہ ہونا کم و بیش خودکار طریقے سے مضبوط تعامل پر بھی اثر انداز ہوگا یعنی مضبوط تعامل میں بھی تشاکل نہیں رہے گا۔

ہم نے معیاری نظریہ کی توسیع کرتے ہوئے نظریات کی ایک ایسی قسم ڈھونڈ نکالی جو معیاری نظریہ کی اچھی خصوصیات کو برقرار رکھنے کے ساتھ ساتھ خود کو اوپر بیان کردہ عارضہ سے بچائے رکھتی ہے۔ ہمیں اس دریافت سے ایک اضافی فائدہ یہ ہوا کہ یہ نظریات ایک نئی قسم کے ایسے ذرے کی پیش گوئی کرتے ہیں جو عام مادے سے بہت کم تعامل کرتا ہے اور جس کے متعلق یہ امکان ہے کہ اس کا تعلق اس پُر اسرار تاریک مادے سے ہے جو کائنات میں پھیلا ہوا ہے۔ ان ذرات کو ایکسی اونز (axions) کہتے ہیں۔ گو کہ تاریک مادے کے ذرات اس ایک ممکنہ ذرے تک محدود نہیں ہیں، تاہم یہ ذرہ دلچسپ ضرور ہے۔ اس وقت بڑی فراست کے ساتھ تجربات ہو رہے ہیں اور اگر ہماری کہکشاں میں ایکسی اونز تاریک مادے کا حصہ ہیں تو ان کا ان تجربات میں ظاہر ہونا ممکنات میں سے ہے۔ اگرچہ ان کے متعلق ابھی تک ایسا کوئی سراغ نہیں ملا تاہم اسے خارج از امکان بھی قرار نہیں دیا جا سکتا۔

جب تک ان میں سے کسی ایک تصور کی براہ راست تجربات سے ملنے والے ثبوتوں کے ذریعے تصدیق ہو سکے، شاید میں اس وقت تک زندہ رہوں یا نہ رہوں۔ اس قسم کے نظریاتی کام میں ایک مشکل یہ بھی

ہوتی ہے کہ ان میں سے زیادہ تر کی جانچ کرنا مشکل ہوتا ہے۔ میری بہت سی تحقیقات ایسی ہیں جو تجربات سے قریب تر ہیں مگر اس کام کا تعلق نظریے کی تفصیلات کے زیادہ بہتر طریقے پر مطالعے سے ہے اور انہیں وہ مقام حاصل نہیں ہوسکتا جو زیادہ جرأت مندانہ نئے تصورات پیش کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔ ایسے تصورات کی قدر و قیمت کا تعین پہلے ان اثرات سے کیا جاتا ہے جو یہ دوسروں کی سوچ پر مرتب کرتے ہیں، پھر اس کے بہت بعد ہمیں یہ معلوم ہوتا ہے کہ فطرت جس طرح کام کرتی ہے اس کے متعلق یہ خیالات درست بھی ہیں کہ نہیں۔

حواشی

* **تعارف:** ہیلن آر کیوین(Helen R. Quinn)(پیدائش 1943ء) آسٹریلوی نژاد امریکی نظریاتی سائنسدان ہیں۔ انھوں نے ذراتی طبیعیات میں تحقیق اور تدریس کے پیشے کو اپنایا۔ اِس شعبہ میں اُن کی نمایاں خدمات پر دوسرے کئی اعزازات کے علاوہ انہیں 2000ء میں ICTP کا ڈیراک میڈل(Dirac Medal) ملا اور امریکن فزیکل سوسائٹی کا وہ اہم انعام دیا گیا جو کہ جے جے ساکورائی(J.J. Sakurai) سے منسوب ہے۔

(i)۔ جون ڈیوی(John Dewey) (1952ء-1859ء) ایک امریکی فلسفی اور ماہر نفسیات تھے۔ ان کے تصورات نے بیسویں صدی کے یورپ میں تعلیمی اور سماجی اصلاحات پر بڑے گہرے اثرات مرتب کیے ہیں۔

لامحدود تگ ودو کا سرور

(Joy of a Limitless Pursuit)

چنتامنی این۔ آر۔ راؤ*

(Chintamoni N.R.Rao)

جواہر لال نہرو سینٹر فار ایڈوانسڈ سائنٹفک ریسرچ، انڈیا

(Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research, India)



© Courtesy of Mrs. Shashi

میری خوش قسمتی ہے کہ میرے والدین علمی رجحان رکھتے تھے۔اُن کے نزدیک علم و دانش کا حصول سب سے زیادہ اہمیت کا حامل تھا۔ پھر ہائی سکول میں سائنس کے کچھ نفیس اساتذہ ملے۔ لیبارٹری میں کیمیا کے مظاہروں نے میرا دل موہ لیا اور میں اُن رنگوں، دھوئیں اور بو باس کا گرویدہ ہوگیا۔ میں سکول میں ہی تھا، جب میری ملاقات اتفاقاً ان لوگوں سے ہوئی جو قریبی انڈین انسٹیٹیوٹ آف سائنس میں تحقیق کر رہے تھے۔ مجھ پر ان کی دھاک بیٹھ گئی، اور سکول کے زمانے سے ہی میں اُس تحقیق کے تصور کی جانب کھنچتا چلا گیا جس سے کسی نئی شے کی دریافت ہو یا کوئی نیا مظہر سامنے آئے، کچھ بھی نیا۔ میں سوچتا تھا کہ جب لوگ کوئی ایسی چیز دریافت کر لیتے ہیں جس کا تب تک کسی کو علم نہیں ہوتا تو یہ لمحہ کس قدر مسرور کن ہوتا ہوگا۔ میں نے مشہور سائنسدانوں کے متعلق سن رکھا تھا اور میں ان کے ہمراہ چلنے والے عظمت اور شہرت کے ہالے (aura) سے بھی بخوبی واقف تھا۔ میں نے نوبل انعام یافتہ سائنسدان سی۔ وی۔ رامن (C.V.Raman)[i] کے متعلق سن رکھا تھا۔ اپنے ہائی سکول کے زمانے میں اُن کو دیکھنے اور ان کی باتیں سننے سے مجھ پر گہرا اثر پڑا۔ سی۔ وی رامن نے ایک بار مجھے اور دو دوسرے طلبہ کو اپنی لیبارٹری کی سیر کروائی، تب میری عمر گیارہ سال تھی۔ رامن جیسے سائنسدان جس انداز سے فطرت اور مادی دنیا کے متعلق سوال اٹھا سکتے تھے اس سے میں حقیقتاً حیرت زدہ تھا۔ پھر جب میں انڈر گریجویٹ طالب علم تھا، تو مجھے خواہش ہوئی کہ میں تحقیق کروں، لیکن اس وقت مجھے ایسا کرنے کے مواقع میسر نہیں تھے۔ اور نہ ہی جس کالج میں مَیں پڑھتا تھا وہاں

تحقیق کا زیادہ رجحان تھا۔تاہم کالج میں میرے ایک استاد نے میری حوصلہ افزائی کی،انھوں نے مجھے اپنا وہ تحقیقی پرچہ (research paper) دکھایا جو وہ اپنے ماسٹرز ڈگری کے تحقیقی مقالہ سے شائع کر چکے تھے۔انھوں نے مجھے بیچلرز ڈگری کے بعد مزید تعلیم حاصل کرنے کی وہ راہ دکھائی جو مجھے یونیورسٹی میں ماسٹرز ڈگری کے لیے اختیار کرنا تھی۔تحقیق کرنا اس کا لازمی جزو تھا۔

جب میں نے سترہ سال کی نسبتاً کم عمر میں بنگلور سے سائنس کی بیچلرز ڈگری حاصل کی،تو اس وقت تک میں پوری سنجیدگی سے یہ طے کر چکا تھا کہ میں سائنس میں ہی اعلیٰ تعلیم حاصل کروں گا۔خوش قسمتی سے بنارس میں مَیں نے کیمسٹری میں ماسٹرز ڈگری کے جس پروگرام کو اختیار کیا،اس میں تحقیقی مقالہ بھی شامل تھا اور پروفیسر بھی حد درجہ حوصلہ افزائی کرنے والا ملا۔میں نے اپنے ماسٹرز کے تحقیقی مقالہ سے ایک یا دو تحقیقی پرچے شائع کیے،لیکن اس سے بھی اہم بات یہ ہوئی کہ جو کام میں نے اپنے طور پر کیا تھا اس پر ایک مختصر مضمون لکھ کر میگزین ''سائنس''[ii] میں شائع کروا دیا۔اسی عرصہ کے دوران میں نے لینس پالنگ (Linus Pauling)[iii] کی ایک کتاب پڑھی جس نے کیمیا کے متعلق میرے نکتہ نظر کو متاثر کیا،اور بنیادی اہمیت کے حامل بعض شعبوں میں تحقیق کرنے کی خواہش کو بڑھا دیا۔یہی خواہش مجھے 1954ء میں پرڈیو یونیورسٹی (Purdue University) سے کیمیائی طبیعیات (chemical physics) میں پی۔ایچ۔ڈی کی ڈگری حاصل کرنے امریکہ لے گئی۔پرڈیو میں مجھے اپنے تحقیق کے نگران کے علاوہ کئی دوسرے پروفیسروں کے ساتھ مختلف شعبوں میں تحقیقی کام کرنے کے مواقع ملے۔اس آزادی نے مجھے اس قابل بنا دیا کہ میں نے اپنے ذاتی تصورات پر مبنی سائنسی مسائل پر بے شمار مختلف مضامین اور تحقیقی پرچے شائع کیے۔ان چھوٹی کامیابیوں نے میرا حوصلہ بڑھایا اور میرے کچھ اساتذہ نے بھی میری بھرپور مدد کی۔نوبل انعام یافتہ ایچ۔سی براؤن (H. C. Brown)[iv] جنھوں نے مجھے گریجویٹ کورس پڑھائے تھے،مستقل مجھے میری فارغ اوقات کی ریسرچ پر مبنی معمولی نتائج کو شائع کرنے کی تلقین کرتے رہے۔وہ حقیقی معنوں میں ایک مخلص کیمیا دان ہیں۔اور ابھی تک 93 برس کی عمر میں بھی سائنسی تحقیق پر مبنی مضامین شائع کرتے ہیں*[iv]۔

میری پیشہ ورانہ زندگی میں چند ایسے عظیم انسان رہے ہیں،جنھوں نے میرے اندر جذبہ پیدا کیا اور میرے لیے مثالی کردار بنے،میں ان کا بے حد ممنون ہوں۔کیمبرج کے نیول موٹ[v] (Nevill Mott) ٹھوس حالت کی طبیعیات کے ممتاز سائنسدان تھے۔نیول موٹ 91 برس میں وفات پانے تک والہانہ طور پر تحقیق میں مشغول رہے۔مائیکل فیراڈے[vi] (Michael Faraday) تمام ادوار کے عظیم تجرباتی سائنسدان،لڑکپن سے ہی میرے ہیرو رہے ہیں۔انھوں نے اکیلے 450 تحقیقی مضامین لکھے،اور کبھی بھی انتظامیہ یا بااثر عہدے پر

فائز ہونے میں دلچسپی نہیں رکھی۔اگر وہ بیسویں صدی میں ہوتے تو اب تک کم از کم پانچ نوبل انعام حاصل کر چکے ہوتے۔ فیراڈے کا کہنا تھا کہ سائنس اس کے علاوہ اور کچھ نہیں کہ ''تحقیق شروع کریں، اسے مکمل کریں اور شائع کر دیں''۔سائنس صرف ایک اچھے مسئلے کو منتخب کر لینا ہی نہیں، بلکہ اسے احسن طریقے سے حل کرنے کے لیے حکمت عملی ترتیب دینا اور نتائج کو شائع کرنا ہی سائنسی جستجو کی صحیح تعریف ہے۔

گزشتہ برسوں سے سائنس میرا اندازِ زندگی بن چکی ہے۔سائنس عظمت تک پہنچنے کا لامحدود زینہ فراہم کرتی ہے،اور سائنس کی لگن جو بے مثال مسرتیں عطا کرتی ہے،اس نے میری زندگی کو بامعنی بنا دیا ہے۔ مجھے تحقیق میں کچھ نیا پا لینے سے جو اطمینان حاصل ہوتا ہے وہ کسی دوسری چیز سے ممکن ہی نہیں۔ میں جہاں کہیں بھی جاؤں، کسی بھی کام میں مصروف رہوں، میں اپنی تحقیق کے بارے میں ہی سوچتا رہتا ہوں اور میرے اندر دوڑنے والی یہی لہر ہر دم مجھ پر غالب رہتی ہے۔تحقیق میں کچھ پا لینے کا سرور شاید ایسا ہی ہوتا ہے، جیسا ایک الپائن(alpine) کا سکیئر (skier) محسوس کرتا ہے، جسے صرف براہِ راست تجربے سے ہی محسوس کیا جا سکتا ہے۔

میں اپنے طالب علموں سے بھی بہت مستفید ہوا۔ان کے اٹھائے ہوئے سوالات بھی کبھی کبھار کسی نئی تحقیقی جستجو کا موجب بنتے رہے۔ایسا ہی ایک سوال کچھ یوں تھا:''ایک دھات کے بننے میں کتنے ایٹموں کی ضرورت ہوتی ہے؟''اس سوال کا جواب دینے کے لیے مجھے ضروری تجربات کرنے میں چند برس لگ گئے۔ اسی لیے نوجوانوں کے ساتھ کام کرنا زبردست لگتا ہے۔اور یہی مجھے جوان رکھنے میں مددگار رہا۔

اگرچہ میرے والدین کی جانب سے حوصلہ افزائی، اساتذہ کے مفید مشوروں اور گاہے بگاہے سائنسدانوں سے ملاقاتوں نے مجھے سائنسدان بنانے میں اہم کردار ادا کیا لیکن یہ میری نسبتاً نوعمری میں کی گئی کامیاب سائنسی تحقیق اور ساتھ ساتھ ان مثالی کرداروں کے قریب رہ کر کام کرنے کے مواقع تھے جنھوں نے حقیقتاً مجھے سائنس میں آگے بڑھنے کی چاہ دی۔ مجھے نوجوانی میں ہی چند تصورات کو جانچنے اور ان کے نتائج کو شائع کرنے کی جو آزادی ملی، اسی نے میری علمی اشتہا کو فروغ دیا۔ایک بار جب سائنس کے صحت بخش وائرس نے مجھ پر غلبہ کیا تو کچھ کر دکھانے کا جذبہ آپ ہی آپ پنپنے لگا۔اپنا نام شائع ہوتے دیکھنے کا جنون بن گیا اور ایک نہ بجھنے والی پیاس کی صورت اختیار کر گیا۔

میرے کئی احباب جنھوں نے کاروبار، بینکاری اور صنعت میں بڑا نام کمایا، وہ اتنے خوش دکھائی نہیں دیتے جتنا کہ ہونا چاہیے۔ وہ یہ تاثر دیتے ہیں، جیسے وہ اپنی کسی خواہش کی تشنگی کا شکار ہوں۔ ایسی ہی کیفیت ان سائنسدانوں کی ہوتی ہے جو اپنی راہ سے بھٹک کر کہیں منتظم یا منیجر بن جاتے ہیں۔انھیں دیکھ کر لگتا

ہے جیسے وہ کسی بات پر معذرت خواہ ہوں، اور چہرے پر جرأت سے مصنوعی غرور وتکبر کا نقاب اوڑھ رکھا ہو۔ میں اس پر انتہائی مشکور ہوں کہ مجھے زندگی سے قطعی کوئی شکایت نہیں ہے۔ میں نے حد درجہ مطمئن زندگی گزاری ہے اور میں اسے کسی سے بھی تبدیل کرنے کی خواہش نہیں رکھتا۔ میں سمجھتا ہوں کہ میں جو کرنا چاہتا تھا اس کی انجام دہی میں میرے ساتھ حسن سلوک روا رکھا گیا ہے۔ لہٰذا میں کسی دوسرے پیشے کے بارے میں سوچ بھی نہیں سکتا جو مجھے ایسی خوشی بخشتا جیسی خوشی سے سائنس نے نوازا۔

سائنس کی با کمال بات یہ ہے کہ اس میں جستجو کی کوئی حد ہی نہیں۔ سائنس ایک لامحدود زینے پر چڑھنے کے مواقع فراہم کرتی ہے، اسی لیے یہ میرے لیے خصوصی کشش کا باعث ہے۔ پھر میں اس بات سے بھی متحیر ہوتا ہوں کہ کیسے سائنس میں کسی ایک خیال کا پیچھا کرتے کرتے تحقیق کے کئی نئے راستے کھل جاتے ہیں، مثلاً اگر ہم اس سوال پر غور کریں کہ ''ایک ننھے بیج سے شاہ بلوط (Oak) کا تناور درخت کیسے بن جاتا ہے؟''تو ہم دیکھتے ہیں کہ زرگل کے دانوں(grain of pollen) سے شروع ہو کر ایک بیج والا پھل بنتا ہے پھر اسی سے نیا پودا بنتا ہے جو بڑھتے بڑھتے شاہ بلوط کا درخت بن جاتا ہے۔ مزید آگے چلیں تو ایک درخت سے شاہ بلوط کے کئی درخت بن جاتے ہیں اور ایک پورا جنگل وجود میں آ جاتا ہے۔ پھر ہم ایک مکمل طور پر نئے براعظم کا خاکہ دیکھنا شروع کر دیتے ہیں۔ ہم نے ایسے کئی براعظموں کو تخلیق کرنا اور ان کی سیاحت کرنی ہے۔ اکثر یوں ہوتا ہے کہ کسی سائنسدان کی تمام عمر صرف زرگل کی تلاش میں ہی صَرف ہو جائے۔ خوش قسمت ہیں وہ لوگ جو زرِگل کے دانے سے ایک براعظم تشکیل دینے میں حصہ لیتے ہیں۔ ایسا اتفاقیہ بھی ہو سکتا ہے، لیکن اتفاقات بھی انھیں ہی فیض یاب کرتے ہیں جو ان کے لیے ذہنی طور پر تیار ہوتے ہیں۔ میں سمجھتا ہوں یہ میری انتہائی خوش قسمتی ہے کہ میں زرِگل کے دانوں کی جستجو میں خوشیاں سمیٹنے اور نوجوانوں کے ہمراہ براعظموں کی تشکیل کی کوششوں میں حصہ لینے کے قابل ہوا۔

حواشی

* **تعارف:** چنتامنی۔این۔آر راؤ، 1934ء میں بھارت کے شہر بنگلور میں پیدا ہوئے۔ انہوں نے ٹھوس مادے اور وضعی کیمیا کے شعبوں میں 1500 سے زیادہ مقالے اور 45 کتابیں لکھیں۔ دنیا کی 60 یونیورسٹیوں نے انہیں ڈاکٹریٹ کی اعزازی ڈگریاں دیں۔ 1949ء میں جب بھارتی حکومت نے جواہر لال نہرو، سینٹر فار ایڈوانسڈ سائنٹفک ریسرچ قائم کیا تو چنتامنی اس کے بانی صدر بنے۔

(i)۔ سی۔وی۔رامن(C.V. Raman) دیکھیے صفحہ 278۔

(ii)۔ ''سائنس''(Science) ایک معروف سائنسی رسالہ ہے جو سائنسی موضوعات پر ٹھوس سائنسی مضامین نسبتاً عام فہم انداز

میں شائع کرتا ہے۔امریکی ایسوسی ایشن برائے سائنسی فروغ اس کی اشاعت 1880ء سے کررہی ہے۔

(iii)۔لینس پالنگ(Linus Pauling) (1994ء-1901ء)امریکہ میں پیدا ہوئے۔لینس نے غربت سے جنگ کرتے ہوئے اپنی تعلیم مکمل کی اور بیسویں صدی کے اہم ترین سائنسدانوں میں مقام پایا۔وہ ایک کیمیا دان، حیاتیاتی کیمیا دان، امن پسند تحریکوں کے ممتاز راہنما، مصنف اور مدرس تھے۔انھوں نے سب سے پہلے کوانٹم کیمیا اور سالمیاتی حیاتیات پر کام کیا تھا۔پالنگ کا شماران چار افراد میں ہوتا ہے۔جنھوں نے دو دفعہ نوبل انعام جیتے ہیں۔انھیں ایک انعام کیمیا میں اور دوسرا ان کی امن کی جدو جہد پر ملا۔

(iv)۔ایچ۔سی۔براؤن(H.C.Brown) 2004ء-1912ء، یوکرائینن نژاد امریکی سائنسدان تھے جنھیں1979ء میں جارج وِٹگ (George Wittig) کی شراکت میں کیمسٹری کا نوبل انعام ملا تھا۔اُن کے کام کا تعلق بورون کے ہائیڈرائیڈز(Hydrides of boron) کی تحقیق سے وابستہ آرگینو بوریز(Organoboranes) کے خواص سے ہے۔

(iv*)۔جب یہ مضمون لکھا گیا اُس کے بعد جلد ہی اُن کا انتقال ہوگیا۔

(v)۔نیل فرانسس موٹ(1996ء-1905ء) برطانوی طبیعیات دان تھے۔انھوں نے 1977ء میں مقناطیسی مادوں کی برقیاتی ساخت دریافت کرنے پر نوبل انعام حاصل کیا تھا۔

(vi)۔مائیکل فیراڈے(Michael Faraday) 1867ء-1791ء، برطانوی کیمیا دان، طبیعیات دان اور فلسفی تھے۔انھوں نے برقی مقناطیسیت اور برقی کیمیا پر بہت کام کیا۔برقی مقناطیسی امالا(electron aghetic induction)اور برق پاشیدگی (electrolysis) کی دریافت اُن کی نمایاں تاریخی کامیابیاں ہیں۔بنزین(Benzene) بھی ان ہی کی دریافت تھی۔

سائنس ایک نہ ختم ہونے والی جستجو ہے

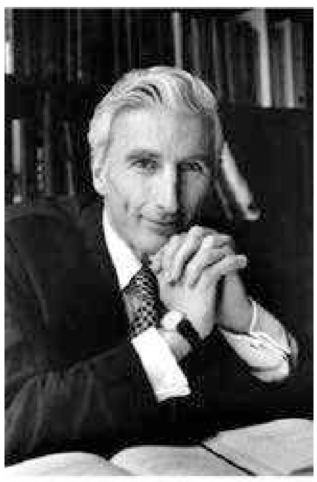
(Science is an Unending Quest)

مارٹن ریس*

(Martin Rees)

کیمبرج یونیورسٹی، برطانیہ

(Cambridge University, UK)



© Courtesy of Phil Greenhalgh

سائنس کی ہر شاخ میں سرگرمیاں کبھی ٹھنڈی پڑ جاتی ہیں اور کبھی تیزی کے ساتھ آگے بڑھنے لگتی ہیں۔1960ء میں جب میں ایک طالب علم تھا تو اس وقت بلیک ہول ایک انوکھا تصور تھا اور اس زمانے میں ہمیں پہلی بار یہ پختہ اشارے ملے تھے کہ ہماری کائنات ایک عظیم دھماکے[(i)] (big bang) سے وجود میں آئی ہے۔اس وقت دریافتوں کا سلسلہ بہت نیا نیا تھا۔ اس لیے علم کائنات (cosmology) میں کام کی ابتدا کرنے والوں کے لیے یہ بہت اچھا وقت تھا۔ ایسے میں ناتجربہ کاری کوئی بڑی کمزوری نہیں مانی جاتی تھی۔ آج تیس سال گزر جانے کے بعد بھی اس شعبے میں دریافتوں کی رفتار میں پہلے جیسا ہی زور وشور موجود ہے۔

میں تو ایک آرام دہ ماحول میں کام کرنے والا نظریاتی طبیعیات دان ہوں جو تجربات سے حاصل ہونے والے نتائج کو سمجھنے کی کوشش میں لگا رہتا ہے۔لہٰذا کائنات میں ہونے والی دریافتوں کا سہرا مجھ جیسے لوگوں کے سر نہیں بلکہ ان کے سر ہے جو پہلے آلات ڈیزائن کرتے ہیں پھر انہیں بناتے ہیں اور اُن کے ساتھ زمین پر اور خلا میں تجربات کرتے ہیں۔ بہت سے لوگوں نے ہبل خلائی دوربین[(ii)] (Hubble Space Telescope) کے متعلق سن رکھا ہوگا لیکن اب ہم کہیں زیادہ کم خرچ سے زمین پر قائم ہونے والی بہت بڑی دوربینوں کے ذریعے ہبل جتنی ہی معلومات حاصل کر رہے ہیں۔ان میں سب سے زیادہ متاثر کن یورپ کی جنوبی رصدگاہ کی بہت بڑی دوربین (Very Large Telescope) یعنی VLT ہے۔ یہ دوربین جنوبی امریکا کے ملک چلی (Chile) کے شمالی علاقے کی ایک پہاڑی پر نصب کی گئی ہے۔ یہ جگہ دنیا کے خشک ترین علاقوں میں سے ایک

ہے جہاں چیزیں بڑی واضح نظر آتی ہیں۔ اس دوربین کے چار عدسے ہیں جن میں سے ہر ایک کا قطر تقریباً آٹھ میٹر ہے۔

بڑی دوربینیں بھی کچھ کچھ ٹائم مشین[iii] (time machine) کی طرح ہوتی ہیں۔ یہ ان کہکشاؤں کا حال ہم پر کھولتی ہیں جو ہم سے اتنی دور ہیں کہ ان کی روشنی بھی زمین تک پہنچنے میں اربوں سال لے لیتی ہے۔ ہم جب دوربینوں سے ان کہکشاؤں کو دیکھتے ہیں تو فاصلے اور ان سے آنے والی روشنی کی مناسبت سے ہمیں ان کی موجودہ وقت کی تصویر نہیں ملتی بلکہ ان کا اربوں سال پہلے کا وہ منظر میسر آتا ہے جب یہ ارتقائی مراحل سے گزر رہی تھیں اور زیادہ تر ہائیڈروجن گیس پر مشتمل تھیں۔ یوں کائناتی طبیعیات کے ماہرین کو ان ارضی ماہرین پر جو زمین کے ماضی کا مطالعہ کر رہے ہیں یہ فوقیت حاصل ہے کہ وہ قدیم حیات کی باقیات (fossil) کے حوالے سے اپنا ماضی تلاش کرنے کے بجائے اپنی آنکھوں سے یہ دیکھ سکتے ہیں کہ کائنات آہستہ آہستہ کیسے بنتی چلی گئی ہے۔ اگر مجھ سے کہا جائے کہ میں اپنی تحقیقات کا مقصد ایک فقرے میں بیان کروں تو میں کہوں گا کہ میری تحقیق کا مقصد یہ نقشہ مرتب کرنا ہے کہ ہماری کائنات اپنی سادہ ابتدا سے کیسے اُس موجودہ مقام تک پہنچی ہے، جہاں اربوں کہکشاؤں کا ایک ایسا بھرپور منظر ہے جس میں ہر ایک کہکشاں کے اپنے اربوں ستارے ہیں۔

ان ستاروں میں سے ایک، یعنی ہمارے سورج، کے گرد گردش کرنے والے ایک سیارے میں کچھ ہوا تھا جو اس غیر حیاتیاتی دنیا سے کہیں زیادہ شاندار تھا اور اسی کی بدولت یہ پیچیدہ حیاتی کرہ (biosphere) ظہور میں آیا جس پر ہم جیسے باشعور لوگ موجود ہیں جو اس لائق ہیں کہ ان اینٹوں کی ابتدا پر غور کر سکیں جن سے ہم بنے ہیں۔ ایسا کرتے ہوئے ہم سب یہ ضرور سوچتے ہیں کہ کیا ایسا کہیں اور بھی ہوا ہے۔ کیا زندگی دور دور تک پھیلی ہوئی ہے؟ یا اس معاملے میں ہم منفرد ہیں؟

یہ امکان نہ ہونے کے برابر ہے کہ ہمارے نظام شمسی میں کسی دوسرے سیارے پر زندگی کی کوئی ترقی یافتہ شکل موجود ہو۔ تاہم اس بات کا امکان موجود ہے کہ آنے والے عشرے میں ہم یہ معلوم کر لیں کہ کیا مریخ پر ''کیڑے مکوڑے'' ہو سکتے ہیں اور یہ بھی ممکن ہے کہ خلا میں ہماری تلاش مشتری (Jupiter) کے چاندوں میں سے یوروپا (Europa) چاند کے منجمد سمندر کے نیچے کسی نئی طرح کی زندگی کا کھوج لگانے میں کامیاب ہو جائے۔

ہمارا سورج اربوں ستاروں میں سے ایک ہے لیکن دس سال پہلے تک ہمیں یہ معلوم نہیں تھا کہ کچھ اور ایسے ستارے بھی ہیں جن کے گرد گھومتے سیّارے موجود ہیں۔ اب ہم جانتے ہیں کہ سیاروں کے ایسے نظام عام ہیں اور میں اس بات پر شرط لگا سکتا ہوں کہ ہماری کہکشاں میں ہماری زمین جیسے لاکھوں سیارے ستاروں

کے گرد گردش کر رہے ہیں۔ مگر میں اس بات پر شرط نہیں لگاؤں گا کہ ان میں سے کسی پر زندگی ہے یا نہیں۔ ہم ابھی علم کی اس حد تک نہیں پہنچے کہ یہ کہہ سکیں کہ ان سیاروں پر زندگی کی موجودگی کا امکان بھی ہے یا نہیں۔ تاہم اب ہم یہ بات پہلے سے زیادہ بہتر سمجھنے لگے ہیں کہ ہماری زمین کیسے وجود میں آئی تھی اور نظامِ عالم میں اس کا کیا مقام ہے۔ اُس وقت جب ہم صرف ایک ہی نظامِ شمسی سے واقف تھے تو اس کے ارتقا کو سمجھنا ذرا مشکل تھا۔ ہماری کیفیت ایسی ہی تھی جیسے ہم ایک چوہے کو سامنے رکھ کر تمام حیاتیات کے ارتقا کو معلوم کرنے کی کوشش کر رہے ہوں۔

اگر ہم یہ دعویٰ کریں کہ ہم نظامِ کائنات کو کچھ کچھ سمجھ گئے ہیں تو شاید یہ بات بڑی متکبرانہ لگے، لیکن درحقیقت ایسا نہیں ہے۔ چیزوں کو سمجھنے میں دشواری اس بات سے نہیں ہوتی کہ وہ کتنی بڑی ہیں بلکہ اس بات سے ہوتی ہے کہ وہ کتنی پیچیدہ ہیں۔ مثال کے طور پر ایک کیڑے کی جسمانی ساخت کے مقابلے میں ایک ستارے کا نظام کہیں زیادہ آسان ہوتا ہے۔ ستاروں کے اندر کوئی پیچیدہ کیمسٹری نہیں ہوتی۔ یہ اتنے گرم ہوتے ہیں کہ تمام کیمیائی مادے ٹوٹ کر محض سادہ ایٹم رہ جاتے ہیں۔ اس کے برعکس ایک چھوٹے سے جاندار کے جسم کے ایٹم بھی ایک دوسرے کے ساتھ تہ در تہ اس طرح جڑے ہوتے ہیں کہ کیمیائی مرکبات کا ایک الجھا ہوا اور پیچیدہ ڈھانچا بنا ہوتا ہے۔ اس اعتبار سے حیاتیات کا علم کچھ معاملات میں فلکیات کے علم سے زیادہ مشکل ہوتا ہے۔

ہم خود قد وقامت کے لحاظ سے ایک ایٹم اور ستارے کے درمیان میں آتے ہیں۔ ہم میں سے ہر ایک کے جسم میں جتنے ایٹم ہیں اگر اتنے ہی انسانی جسم اکٹھے کر دیے جائیں تو یہ سائز میں ایک ستارے کے برابر ہو جائیں گے۔ پھر ہم اپنی زندگی کے لیے ستاروں کے مرہونِ منت ہیں کیونکہ یہ اُن ایٹموں کو تخلیق کرتے ہیں جن سے ہمارا وجود بنتا ہے۔ یہ ستارے اس لیے چمکتے رہتے ہیں کہ ان کے اندر جوہری انضمام (nuclear fusion) ہوتا رہتا ہے۔ یہ ویسا ہی عمل ہے جیسا ہائیڈروجن بم میں ہوتا ہے مگر ستاروں میں یہ عمل باضابطگی سے ہوتا رہتا ہے۔ اس عمل کے نتیجے میں، ہائیڈروجن کے سادہ ایٹم باہم مدغم ہو کر بھاری ایٹموں میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ ان میں کاربن، آکسیجن اور دوسرے ایسے ایٹم شامل ہیں، جن سے ہمارا جسم بنا ہے۔ جب ستارے اپنی زندگی کے اختتام پر سُپر نووا (supernovae) بن کر پھٹ جاتے ہیں تو ان کا ملبہ خلا میں دور دور تک بکھر جاتا ہے۔ پھر یہی مادہ اکٹھا ہو کر نئے ستاروں اور سیاروں کا روپ دھار لیتا ہے۔ یوں یہ سلسلہ چلتا رہتا ہے۔ اگر آپ کے اندر رومانویت کی کمی ہے تو آپ کہہ سکتے ہیں کہ ہم اس ایٹمی ایندھن کا فضلہ ہیں جس سے ستارے چمکتے ہیں۔

اب قریب قریب سب ہی اس تصور کو مانتے ہیں کہ کائنات ایک عظیم دھماکے (big bang) کے نتیجہ میں وجود میں آئی تھی۔ یعنی ہم مانتے ہیں کہ تمام چیزوں کی ابتداا ایک گرم کثیف حالت سے ہوئی ہے۔ ہم یہ بات بھی کافی حد تک یقین سے کہہ سکتے ہیں کہ دھماکے کے چند سیکنڈ بعد کیا کیفیت رہی ہوگی۔ اس وقت درجۂ حرارت قریباً ایک ارب ڈگری کے برابر تھا۔ لیکن اِس سے پہلے وقت میں کیا ہوا؟ مثلاً پہلے سیکنڈ کے ایک انتہائی چھوٹے سے حصے میں جب ہر ایک چیز کہیں زیادہ کثیف اور گرم تھی اُس وقت کیا ہوا تھا؟ اس ابتدائی حالت کو سمجھنے کے لیے ہمیں اپنے زمان ومکان کے تصور میں کسی نئے راستے کو تلاش کرنا ہوگا۔ یعنی قدرت کی تمام قوتوں کے متعلق ایک ایسا نیا نظریہ جو کششِ ثقل اور کوانٹم کی دنیا کو ایک کردے۔

شاید یہ تصور کہ خلا کی تین جہتیں ہیں اور وقت ٹک ٹک کرتا گزر جاتا ہے اب اتنا مؤثر نہیں رہے گا۔ ہم جن تین جہتوں کو جانتے ہیں ان سے ہٹ کے ہمیں اب دس جہتوں کی دنیا کا تصور باندھنا ہوگا۔ مجھ سے اکثر یہ سوال پوچھا جاتا ہے کہ ان سب باتوں کا مذہب اور فلسفے پر کیا اثر ہوگا۔ اس بارے میں، میرا جواب پھیکا سا ہے۔ میرے خیال میں ان موضوعات کا باہمی تعلق آج بھی ویسا ہی ہے جیسا تین سو سال پہلے سر آئزک نیوٹن[iii] (Sir Issac Newton) کے زمانے میں تھا۔ نیوٹن کائنات کی صرف چند خصوصیات کی وضاحت کر سکے تھے۔ مثال کے طور پر انھوں نے یہ واضح کیا تھا کہ سیاروں کے مدار جن میں وہ گردش کرتے ہیں ایک خاص شکل کے کیوں ہوتے ہیں۔ لیکن وہ اس بات کی وضاحت نہیں کر سکے تھے کہ ہمارا یہ شمسی نظام اپنے سورج، سیاروں اور دم دار ستاروں (comets) کے ساتھ کیسے قائم ہوا تھا۔

نظام شمسی کے معرض وجود میں آنے کے عمل کو اب ہم نے سمجھ لیا ہے۔ ہوا یوں تھا کہ گرد وغبار کی ایک گھومتی ہوئی تھالی (disc) نے نئے نئے وجود میں آئے ہوئے سورج کے گرد حلقہ بنا لیا تھا۔ اس گرد سے سیارے وجود میں آتے چلے گئے۔ ہم آج اس سارے سلسلے کو بڑی آسانی کے ساتھ قدم بہ قدم پیچھے کہکشاؤں کے بننے سے پہلے کے دور تک لے جا سکتے ہیں۔ بلکہ یوں کہیئے کہ ہم عظیم دھماکے کے ابتدائی چند سیکنڈوں تک بھی پہنچ سکتے ہیں لیکن ابھی تک بہت سے عوامل ایسے ہیں جن کے متعلق ہمیں کہنا پڑتا ہے کہ ''چیزیں ایسی ہیں جیسی ہیں اس لئے کہ وہ ایسی ہی تھیں جیسی تھیں۔'' اور سائنس ہمیں کبھی یہ نہیں بتا پائے گی کہ کائنات کیوں بنی، ہماری مساواتوں میں زندگی کی روح کون پھونکتا ہے کہ وہ اس عالم رنگ و بو میں ایک حقیقت کا روپ دھار لیتی ہیں۔ ہمیں بھی ابھی تک نیوٹن کی ہی طرح حقائق تک پہنچنے کے لیے ایک رکاوٹ کا سامنا ہے۔ اس بات کا جواب ماہرین علوم کائنات مختلف انداز سے دیتے ہیں، کیونکہ اُن میں کچھ مذہب پر یقین رکھتے ہیں اور کچھ نہیں رکھتے، جیسا کہ سترھویں صدی میں تھا۔ تاہم ماہرین علوم کائنات نے ایک بات ضرور سیکھ لی ہے، جو میرے

خیال میں، اس سوچ پر اثر انداز ہوتی ہے کہ ہم کون ہیں اور انسانیت کا فطرت میں کیا مقام ہے۔ اور وہ یہ ہے کہ ہمارا مستقبل ہمارے ماضی کی بہ نسبت طویل ہے۔ ہمارے حیاتیاتی کرّے کی تشکیل میں ساڑھے چار ارب سال لگے ہیں اور ہمارے سورج کو بجھنے میں ابھی پانچ ارب سال لگیں گے یعنی اس نے ابھی اپنی زندگی کا آدھا سفر بھی مکمل نہیں کیا اس لیے زندگی کا سفر ابھی کم از کم پانچ ارب سال باقی ہے اور یہ بھی ممکن ہے کہ یہ پوری کائنات ہمیشہ ہمیشہ پھیلتی چلی جائے۔ اس منظر نامے میں ابھی بنی نوع انسان اپنی ارتقا کی انتہا سے بہت دور ہے۔ عین ممکن ہے کہ ہم اس وقت اپنے ارتقائی سفر کے آغاز کے ہی قریب ہوں۔

سائنس حقیقی معنوں میں نہ ختم ہونے والی ایک جستجو ہے اور یہی اس کی کشش کا سبب بھی ہے۔ اس وقت صورت یہ ہے کہ ہمارا ہر کامیاب قدم ہمارے سامنے سوالات کا ایک نیا دفتر کھول دیتا ہے۔ اس میں کوئی شک نہیں کہ نئی ہزار سالہ مدت (millennium) میں بھی ہمارے علم میں ضرور اضافہ ہوگا مگر شاید حقیقت کے کچھ پہلو انسانی دماغ کی پہنچ سے ماورا ہیں۔ وہ پہلو پُراسرار ہی رہیں گے اور ایک زیادہ ذہین مخلوق کے منتظر رہیں گے، چاہے قدرتی ہو یا مصنوعی، جو اُن سے پردہ اُٹھا سکے۔

لیکن جو چیز میرے لیے حیران کن ہے وہ یہ ہے کہ ہم نے کچھ نہ کچھ ترقی ضرور کر لی ہے۔ بلاشبہ ہم نے فطرت کے طرز عمل کے بہت سے پہلوؤں پر سے پردہ اٹھایا ہے اور ہم کم از کم کائنات میں اپنے مسکن کو کچھ معنی پہنانے کے لائق ہو چکے ہیں۔ چند صدیاں پہلے ہمت کر کے جن جہاز رانوں نے پہل کی تھی انھوں نے ہماری زمین کی شکل اور سائز کا پتا چلایا تھا اور انھوں نے براعظموں کا ایک الٹا سیدھا نقشہ بھی بنا لیا تھا۔ آج صورت اس سے مختلف ہے ہم اب اپنی پوری کائنات کا نقشہ بنا رہے ہیں اور یہ جاننے کی کوشش میں ہیں کہ یہ کس چیز کی بنی ہوئی ہے۔ اب ہمارے پاس پہلے سے بہت زیادہ اعداد و شمار موجود ہیں، اور ان تک رسائی بھی آسان ہے۔ آپ دنیا میں کہیں بھی ہوں ان اعداد و شمار تک رسائی حاصل کر سکتے ہیں یا انھیں اپنے پاس منتقل (download) کر سکتے ہیں۔

یہ نوجوانوں کے لیے سائنس کا پیشہ اختیار کرنے کا انتہائی موزوں وقت ہے۔
اور ادھیڑ عمر کے لوگوں کے لیے بھی ایسا کرنا کچھ زیادہ برا نہیں ہوگا۔

حواشی

* **تعارف:** مارٹن جون ریس (Martin John Rees) (پیدائش 1942ء) کائناتی علوم کے ماہر ہیں۔ ان کے کام پر برطانوی حکومت نے انھیں سر کا خطاب دیا اور انھیں پارلیمنٹ کے دارالامرا کا رکن بنا دیا گیا ہے اور اب آپ بیرن ریس آف لڈلو (Ludlow) کہلاتے ہیں۔ وہ 2005ء سے 2010ء تک برطانیہ کی رائل سوسائٹی کے صدر رہ چکے ہیں۔

(i)۔عظیم دھماکہ (big bang) دیکھیے صفحہ نمبر 202۔

(ii)۔ہبل خلائی دور بین کو 1990ء میں خلا میں پہنچایا گیا تھا۔اس کی لمبائی دو اعشاریہ چار میٹر ہے۔اس کا نام امریکی ماہر علم کائنات ایڈون پاول ہبل [Edwin Powell Hubble](1889ء-1953ء) کے نام پر رکھا گیا تھا۔ہبل خلائی دور بین نے انتہائی دور کے اجسام کی جو تصاویر فراہم کی ہیں اس سے کائناتی طبیعیات میں بہت سے نئے راستے روشن ہو گئے ہیں۔ اس دور بین کی مرمت کے لیے خلا بازوں کو بھیجا جاتا رہا ہے۔ایسا ہی مشن آخری بار 2009ء میں بھیجا گیا تھا جس نے اسے مزید کئی سال تک کام کرنے کے لائق بنا دیا ہے۔

(iii)۔ٹائم مشین، برطانوی ناول نگار ایچ جی ویلز (H. G. Wells) کا مشہور سائنسی ناول ہے جو 1895ء میں شائع ہوا تھا اور اس میں مشین کے ذریعے کسی بھی زمانے میں پہنچ جانے کے تصور کے گرد کہانی کا تانا بانا بنا گیا ہے۔

(iv)۔آئزک نیوٹن (Isaac Newton) دیکھیے صفحہ نمبر 26۔

ہمیں اپنے عمومی تاثر کو بہتر بنانا چاہیے

(We Must Improve our Image)

ٹلیو ای۔ ریجے *

(Tullio E. Regge)

ادارہ برائے سائنٹیفک انٹرچینج، ٹورین، اٹلی

(Institute for Scientific Interchange at Turin, Italy)



© ICTP Photo Archives

سائنس کے بارے میں عام تاثر بگڑ چکا ہے۔عوام کا ایک خاصا بڑا طبقہ، جس میں اضافہ ہو رہا ہے، سائنسدانوں پر اعتماد نہیں کرتا اور یہ سمجھتا ہے کہ ہم سب فرینکن سٹائن [i] (Frankenstein) ہیں۔ ہمیں اس افسوسناک صورت حال کا کچھ علاج سوچنا چاہیے۔اس معاملے کا مزید افسوسناک پہلو یہ ہے کہ تلخ ترین ناقدین میں خود سائنسدان بھی شامل ہیں۔ میں سوچتا ہوں کہ آج اگر فرائیڈ [ii] (Freud) واپس آ سکتا تو وہ بزرگ ان سائنسدانوں کے بارے میں کوئی دلچسپ تبصرہ ضرور کرتا۔

حال ہی میں مجھے سائنس کے متعلق عام تاثر پر گفتگو کے لیے گول میز [iii] کے ایک رکن کی حیثیت سے مدعو کیا گیا تھا۔سامعین میں زیادہ تعداد ہائی سکول کے ان سائنس کے اساتذہ کی تھی جو پیڈمونٹ (Piedmont) کے علاقے میں مستعد کار تھے۔ میں نے اس موقع پر سائنس اور ماحول کے متعلق ان مسائل پر گفتگو کی جو اس وقت دنیا بھر میں بحث کا عام موضوع بنے ہوئے تھے۔ان میں ایٹمی توانائی، جینز کو تبدیل کر کے نئے حیاتیاتی وجود کو تیار کرنے کا عمل (genetically modified organism)، جسے جی ایم او (GMO) کہتے ہیں۔ برق بار دھواں آمیز دھند (electrosmog) اور انسانی جینوم [iv] (genome) میں دخل اندازی کے موضوع شامل تھے۔انسانی جینوم میں دخل اندازی کا سلسلہ ابھی تجرباتی مراحل میں ہے۔

اٹلی کے تمام ایٹمی بجلی گھر یا تو بند کر دیئے گئے ہیں یا انھیں منہدم کر دیا گیا ہے اور عملے کو کوئی کام کیے

بغیر تنخواہیں مل رہی ہیں۔ان بجلی گھروں کی جگہ ایسے بجلی گھر لگائے جا چکے ہیں جو درآمدی ایندھن یعنی کوئلے، تیل اور قدرتی گیس سے چلتے ہیں۔ پھر ہمارے پاس خاصی مقدار میں ایٹمی راکھ (nuclear ashes) موجود ہے جو اطالوی جزیرہ نما میں اس طرح ذخیرہ کی گئی ہے جسے محفوظ نہیں کہا جا سکتا۔اسے صاف کرنے اور ملک کے اندر کسی مقام پر پوری حفاظت کے ساتھ ذخیرہ کرنے کی تمام کوششیں بے سود ثابت ہو چکی ہیں اور وہ لوگ جو جی جان سے ایٹمی توانائی کے خطرات کے متعلق شاکی ہوا کرتے تھے وہی آج ایٹمی فضلے کو اس انتہائی غیر محفوظ حالت میں رکھنے کے لیے متحرک ہیں۔

گول میز کانفرنس میں ہم نے اس "آلودگی" پر بھی بات کی جو روایتی فصلوں میں جی ایم او کی وجہ سے پیدا ہو رہی ہے۔اس غیر ضروری مداخلت سے بچا جا سکتا ہے اگر ہم نئی قسم کے جی ایم او استعمال کریں جو غیر بارآور (sterile) ہیں یا وہ جن کے زرگل (pollen) میں غیر ضروری جینز (genes) شامل نہیں ہیں۔میری اس تجویز پر وہاں موجود گرین [v] کے کارکن آپے سے باہر ہو گئے اور انھوں نے الزام لگایا کہ میں بے بنیاد معلومات پھیلا رہا ہوں، حالانکہ مجھے ان باتوں کا علم براہ راست جی ایم او کے ایک عالمی ماہر سے ہوا تھا۔

میں اس سرکاری کمیٹی کا رکن تھا جو برق بار دھواں آمیز دھند (electrosmog) کے مسائل پر غور و فکر کرتی تھی۔اس کمیٹی کے ارکان میں سے ایک عالمی ادارہ صحت (WHO) میں اعلیٰ سطح کا ماہر تھا۔اسی کمیٹی کے اجلاس میں یہ بات سامنے آئی کہ اخبارات میں ایسی دھند کے اثرات کو بہت بڑھا چڑھا کر پیش کیا گیا تھا اور اس کی روک تھام کے لیے جو قانون بنایا گیا تھا، اس سے کچھ ملکوں، جن میں اٹلی بھی شامل تھا، سرکاری خزانے کا بلا وجہ بھاری نقصان ہو رہا تھا۔

بنی نوع انسان آج بے شمار جینیاتی بیماریوں میں مبتلا ہے۔ان میں سے کچھ بڑی مہلک ہیں اور ان سے ناقابل بیان اذیت ہوتی ہے۔آپ مانیں یا نہ مانیں مگر معاشرے کی فلاح و بہبود کا دعویٰ کرنے والے ایسے لوگ بھی موجود ہیں جو جینیاتی بیماریوں پر تحقیق کے خلاف ہیں اور ان کی لاعلمی کا یہ عالم ہے کہ وہ یہ بتانے سے بھی قاصر ہیں کہ اگر ان کی بات مان کر اس راہ کو چھوڑ دیا جائے تو مسائل کے حل کے لیے وہ کون سا دوسرا راستہ ہے جس پر انھیں اعتراض نہیں ہوگا۔

میں نے چار ایسے مسائل کا حوالہ دیا ہے جن کو لے کر سائنس پر یا تو براہِ راست حملے کیے جاتے ہیں یا تحقیق کے نتائج کو نشانہ بنایا جاتا ہے۔اگر ہم کسی کم سے کم اتفاق رائے پر پہنچنے کے لیے اپنے نقادوں کے ساتھ بالمشافہ گفتگو کو بھی آزمائیں تو یہ کارِ لا حاصل (mission impossible) ہوگا۔وہ عجیب طرح کے لوگ ہیں۔ وہ جوشیلے ہیں، سیاسی تعصّبات کے مارے ہوئے ہیں اور مسئلے کے حل کو صرف اس خوف سے مسترد کر دیتے ہیں

کہ کہیں ان کے ووٹ کم نہ ہو جائیں۔اس سے مجھے رابرٹ مینکن [vi](Robert Mencken) کا یہ مقولہ یاد آ جاتا ہے کہ ''کٹر مذہبی [vii](Puritan) ''عقیدہ کی بنیاد یہ مستقل خوف ہے کہ کہیں کسی جگہ کوئی شخص خوش نہ ہو۔''

مینکن کے دور کے کسی کٹر مذہبی سے تو میری ملاقات نہیں ہوئی لیکن آج کے زمانے کے کئی ایسے ہی لوگوں سے میری ملاقات ہوئی ہے اور اس کے بعد میرا یہی کہنا ہے کہ ہمیں اپنا تشخص بہتر بنانا چاہیے۔

حواشی

* **تعارف:** ٹلیو ای ۔ ریجے (Tullio E. Regge)، 2014ء - 1931ء، اطالوی نظریاتی طبیعیات دان ہیں۔عمومی اضافیت کی وضاحت کے لیے انھوں نے جو طریقہ کار وضع کیا وہ ریجے کیلکولس کہلاتا ہے۔اسی طرح مضبوط باہمی ردِّعمل کی مظہریات (Phenomenology) کے متعلق ان کا نظریہ ریجے نظریہ کے نام سے مشہور ہے۔انھوں نے کئی اطالوی اور عالمی اعزازات حاصل کیے ہیں اور سیارچے 3778 کو ان کا نام دیا گیا ہے۔

(i)۔ فرینکن سٹائن (Frankenstein)، میری شیلے (Mary Shelley)، 1851ء -1797ء ، کا ناول ہے۔میری شیلے کا تعلق برطانیہ سے تھا۔ان کا ناول فرینکن سٹائن 1818ء میں شائع ہوا تھا۔اس کی کہانی ایک ایسے سائنسدان وکٹر فرینکن سٹائن کے گرد گھومتی ہے جو مردہ انسانوں اور کچھ دوسری چیزوں کے اجزا جوڑ کر ایک انسان بنا دیتا ہے جو بہت بدہیبت ہوتا ہے اور بڑے المناک واقعات کا باعث بنتا ہے۔

(ii)۔سگمنڈ فرائڈ (Sigmind Freud) 1939ء - 1856ء دیکھئے صفحہ نمبر 129۔

(iii)۔گول میز کا تصور برطانیہ کے شاہ آرتھر سے شروع ہوتا ہے جس کا تعلق پانچویں اور چھٹی صدی سے ہے۔اس میز کے گرد اس کے سب سردار اور وہ خود اس طرح بیٹھتے تھے کہ کسی کو بھی دوسروں سے اعلیٰ مقام حاصل نہیں ہوتا تھا۔تب سے یہ صدارت کے بغیر برابری کی حیثیت میں مذاکرات، کانفرنس اور گفتگو کا ایک مسلمہ انداز بن گئی ہے۔

(iv)۔انسانی جینوم (human genome) کی درجہ بندی (sequencing) پر 1990ء میں امریکا نے کام شروع کیا تھا۔اس میں اس کا سب سے اہم شریک کار برطانیہ رہا ہے۔یہ منصوبہ 2003ء میں مکمل ہو گیا تھا۔ایک جینوم میں بیس سے پچیس ہزار تک جینز ہوتے ہیں۔انسانی تولیدی مادہ کے جینوم میں 3 ارب ذیلی یونٹ ہوتے ہیں۔

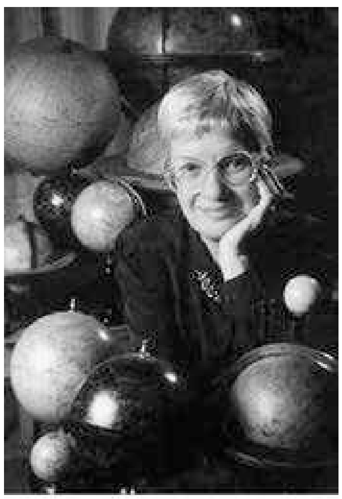
(v)۔گرین (Green) ایک تحریک ہے جن کا تعلق ''کنفیڈریشن آف دی گرینز'' نامی سیاسی جماعت سے ہے۔اس الحاق میں وہ جماعتیں شامل ہیں جو شمالی یورپ کی ماحول سے متعلق تحریک کے نتیجے میں اٹلی کے اندر اُبھری تھیں۔2009ء سے اس کے لیڈر اینجلو بونی لی (Angelo Bonelli) ہیں۔یہ لوگ ماحول پر انسانی سرگرمیوں کے منفی اثرات اور پودوں کی قدرتی افزائش میں مداخلت کے خلاف ہیں۔

(vi)۔رابرٹ مینکن (Robert Mencken)، 1956ء- 1880ء ، امریکہ کی ریاست بالٹی مور (Baltimore) میں پیدا ہوئے۔وہ امریکہ کے بیسویں صدی کے مشہور ترین مصنف، مضمون نگار، تنقید نگار، جرنلسٹ اور طنزیہ تبصرہ نگار مانے جاتے ہیں۔انھیں امریکہ کا نطشے (Nietzsche) اور ''حکیم ِ بالٹی مور'' بھی کہا جاتا ہے۔

(vii)۔کٹر مذہبی (Puritan)، عیسائیوں کے فرقے پروٹسٹنٹ (Protestants) کی ایک شاخ ہے۔ملکہ الزبتھ اول جب برطانیہ کے تخت پر بیٹھی تو اس کے کچھ ہی مدت بعد 1558ء میں ان عیسائیوں نے جو ملکہ میری کے دور میں ملک سے بھاگ گئے تھے پیوریٹن کا فرقہ قائم کیا تھا۔

ہمیں آپ کی ضرورت ہے
(We Need You)

ویرا سی۔ رُوبن*
(Vera C. Rubin)
کارنیگی انسٹی ٹیوشن آف واشنگٹن، امریکا
(Carnegie Institution of Washington, USA)


© Courtesy of Mark Godfrey

میری عمر کی دوسری دہائی کے زمانے میں واشنگٹن ڈی۔سی (Washington,DC) کی رہائش کے دوران میرا بستر جس کھڑکی کے نیچے ہوتا تھا وہ شمال کی جانب کھلتی تھی۔ان دنوں مجھے سونے کے بجائے آسمان کا نظارہ کرنا زیادہ دلچسپ لگتا تھا۔ میں ستاروں کو ایک قوس بناتے ہوئے قطبی ستارے[i] (North Star) کے گرد گھومتے دیکھنے کی منتظر رہا کرتی تھی۔اس مشاہدے کے دوران کبھی کبھی مجھے شہابِ ثاقب بھی نظر آیا کرتے تھے۔ آسمان پر چمکتے ستاروں کے اسرار اور شکوہ نے ان دنوں مجھے کچھ اس طرح اپنے سحر میں گرفتار کر رکھا تھا کہ جو کچھ میں دیکھ رہی تھی اس کو سمجھنے کی کوشش کیے بغیر اس زمین پر رہنے کا تصور بھی میرے لیے محال تھا۔ مجھے یہ تو معلوم تھا کہ دنیا میں براعظم اور سمندر ہیں اور یہ کہ دنیا کا نقشہ کیسا دکھائی دیتا ہے پر اب میں کہکشاؤں، ستاروں اور سیاروں کے متعلق جاننے کے علاوہ یہ بھی جاننا چاہتی تھی کہ ہماری کائنات کے کناروں کا نقشہ کیسا نظر آتا ہے۔

کتابیں مجھے مقامی لائبریری سے مل جاتی تھیں، ایک دوربین بنانے میں میری مدد میرے والد نے کر دی تھی اور آسمان کے بہتر نظارے کے لیے میرے دوست مجھے اپنی گاڑی میں ورجینیا (Virginia) کے مضافاتی علاقے میں لے جایا کرتے تھے جہاں سے آسمان زیادہ صاف دکھائی دیا کرتا تھا۔ دور افتادہ مقام میں پہاڑی کی چوٹی پر واقع رصد گاہ (observatory) سے نظر آنے والے تاریک آسمان میں جگمگاتے ہوئے روشن ستاروں کا منظر مجھے اب بھی دنیا کا سب سے حیرت انگیز منظر لگتا ہے۔ اگر ہم جنوبی نصف کرّے کی رصد

گاہ سے دیکھیں تو آسمان مکمل طور پر تاریک ہوتا ہے اور دودھیا راستہ (Milky Way)[ii] نامی کہکشاں کا وسطی حصہ ہمارے سروں پر چمک رہا ہوتا ہے (بلکہ سائے بھی پھیلا رہا ہوتا ہے)۔ دور تک پھیلی ہوئی اس کہکشاں کو دیکھ سکنا اور یہ محسوس کر سکنا کہ میں خلا میں ایک بہت ننھے سے سیارے پر کھڑی ہو کر اپنی کہکشاں کے مرکزی مستوی سطح (plane) کو دیکھ رہی ہوں، کتنا شاندار ہے اس حقیقت کا ادراک۔

میں ایک سائنسدان ہوں اس لیے کہ میں اس طرزِ زندگی کی محبت میں گرفتار ہو گئی تھی جو مجھے تاحیات ایک طالب علم رہنے کا موقع فراہم کرتا ہے۔ اس طرح کائنات کے بارے میں اب تک جو کچھ معلوم کیا جا چکا ہے اُسے سیکھا جا سکتا ہے۔ یہ سائنس کی دلکشی، لامحدود وسعت اور اس کا بتدریج وسیع تر ہوتا ہوا ڈھانچا تھا جس سے متاثر ہو کر میں نے علمِ فلکیات (astronomy) کو اپنا پیشہ بنانے کا فیصلہ کیا۔

خوش قسمتی سے مجھے ایک وظیفہ مل گیا، چنانچہ میں نے فلکیات کی تعلیم حاصل کرنے کے لیے ویسر کالج (Vassar College) میں داخلہ لے لیا جو کہ خواتین کے لیے مخصوص کالج تھا۔ ماریا مچل (Maria Mitchell)[iii] نے 1865ء میں اس کالج کے قیام سے لے کر 1888ء تک یہاں فلکیات کا مضمون پڑھایا تھا لیکن 1945ء میں ریاست ہائے متحدہ امریکا میں فلکیات کا مضمون عام طور پر صرف ان نجی کالجوں میں پڑھایا جاتا تھا جن میں خواتین کو داخلہ نہیں دیا جاتا تھا۔ اپنی ماسٹرز کی ڈگری کارنل (Cornell) یونیورسٹی سے حاصل کرنے کے بعد میں اپنے شوہر کے ساتھ واشنگٹن منتقل ہو گئی جہاں میں نے جارج ٹاؤن یونیورسٹی (Georgetown University) سے پی ایچ ڈی کی اور اپنا مقالہ مشہور طبیعیات دان اور ماہر فلکیات جارج گیمو (George Gamow) کی نگرانی میں مکمل کیا جو اس وقت جارج واشنگٹن یونیورسٹی میں پڑھا رہے تھے۔ یوں فلکیات کی تحقیق کی دنیا میں میرا داخلہ بڑے غیر روایتی انداز میں ہوا کیونکہ میں نے ایسے کسی کالج میں تعلیم حاصل نہیں کی تھی جہاں ماہرینِ فلکیات کی ''روایتی'' تربیت کی جاتی ہو۔ یہی وجہ تھی کہ اس شعبہ میں میری ابتدائی تحقیقات غیر قدامت پسندانہ تھیں۔

میں جارج ٹاؤن یونیورسٹی میں ابھی ایک نوجوان اسسٹنٹ پروفیسر ہی تھی جب میں نے کہکشاؤں کے ان بیرونی حصوں کا مطالعہ کیا جو زیادہ تر نامعلوم تھے۔ اس زمانے میں مشاہدے اور مطالعے کا مرکز زیادہ تر کہکشاؤں کے وسطی حصّے تھے۔ اس کے برعکس کہکشاؤں کے بیرونی حصوں کو نظر انداز کیا جاتا تھا۔ میں نے ایک ایسے تحقیقی پروگرام کا انتخاب کیا جہاں میں دوسرے ماہرین فلکیات کے ساتھ مقابلے کی دوڑ میں شامل ہوئے بغیر اپنی مرضی کی رفتار سے کام کر سکوں۔ میں نہ صرف ایک بیوی بلکہ چار چلبلے بچوں کی ماں بھی تھی اور جانتی تھی کہ گھریلو اور پیشہ ورانہ ذمہ داریوں کو بیک وقت سنبھالنے کے لیے ایک خاص قسم کی سمجھ بوجھ اور توجہ کی

ضرورت ہوتی ہے۔

اپنے شوہر، باب (Bob) جو ایک ریاضی دان اور ماہر حیاتیات ہیں، کی ہمت افزائی اور واشنگٹن کے کارنیگی ادارہ (Carnegie Institution) کی جانب سے فراہم کیے گئے مواقع کی بدولت میں اپنی سائنسی زندگی کو ایک فعال خاندان کے ساتھ نہ صرف کامیابی سے یکجا کرنے میں بلکہ اسے پُرلطف بنانے میں کامیاب رہی۔ ایلن (Allan)، جو ہمارے بچوں میں سب سے چھوٹا ہے، حال ہی میں اپنے بچپن کے وہ دن یاد کر رہا تھا جب وہ کبھی کبھار پوچھا کرتا کہ ماں کہاں ہے تو جواب ملتا ''وہ مشاہدہ کر رہی ہے''۔ اس جواب سے، باوجود اس کے کہ وہ مشاہدہ کرنے کا مطلب نہیں سمجھتا تھا، اسکی تشفّی اس لئے ہو جایا کرتی تھی کہ باقی سب لوگ اس جواب سے مطمئن نظر آتے تھے۔

خاندان، تحقیق اور تدریس تینوں کو ایک ساتھ لے کر چلنا بہت پیچیدہ معاملہ تھا۔ اس لیے میں نے 1965ء میں اپنا تبادلہ ارضی مقناطیسیت کے شعبے (Department of Terrestrial Magnetism) (DTM) ڈی ٹی ایم، میں کروالیا جو واشنگٹن کے کارنیگی ادارہ کی تحقیقی لیبارٹری تھی۔ ڈی ٹی ایم میں انہی دنوں ڈاکٹر کینٹ فورڈ (iv) (Dr. Kent Ford)، نے جدید ترین عکس اتارنے والی نلکی پر مشتمل طیف بین آلہ (image tube spectrograph) تیار کیا جس کی مدد سے اُن ستاروں کی اپنے مدار پر گردش کرنیکی رفتار کا تعیّن کرنا ممکن ہو گیا جو کہکشاؤں کی مدہم بیرونی حدود میں موجود ہیں۔

اگلے پندرہ برسوں میں میں نے کینٹ کے ساتھ مل کر سو سے زیادہ کہکشاؤں میں ستاروں کی گردش کی رفتار اور ان پر موجود گیسوں کا مطالعہ کیا۔ اس مطالعے سے ہمیں یہ معلوم ہوا کہ ہر کہکشاں کے بیرونی حصے میں ستاروں کے مدار میں گردش کی رفتار اس کہکشاں میں روشنی کے تناسب کی بنیاد پر متوقع رفتار سے بہت زیادہ ہے۔ ہم یہ نتیجہ اخذ کرنے پر مجبور ہو گئے کہ ایک کہکشاں میں موجود زیادہ تر مادہ تاریک ہوتا ہے۔ اس ''تاریک مادہ'' (dark matter) کی کشش ثقل کی وجہ سے پیدا کردہ اسراع (acceleration) ستاروں کی اپنے مدار میں غیر متوقع تیز رفتاری کا باعث بنتا ہے اور انھیں خلاء میں بھٹکنے سے روکتا ہے۔ پس، کسی کہکشاں میں مادہ کی تقسیم اس میں موجود روشنی کی تقسیم سے بہت مختلف ہوتی ہے۔

وہ چیز جسے آپ دیکھ نہیں سکتے اس کا مطالعہ مشکل ضرور ہوتا ہے لیکن ناممکن نہیں ہوتا۔ یہ اچنبھے کی بات نہیں ہے کہ تاریک مادے کا سراغ اس کے اُن اثرات کے ذریعے لگایا گیا ہے جو اُس روشن مادّے پر مرتب ہوتے ہیں جسے ہم دیکھ سکتے ہیں۔ یوں ہم تاریک مادّے کی چند خصوصیات اخذ کر سکتے ہیں: کہکشاں کے وسط میں تاریک مادّے کا ارتکاز روشن مادّہ کی نسبت کم ہوتا ہے، تاریک مادّہ ایک کہکشاں کی نظر آنے والی

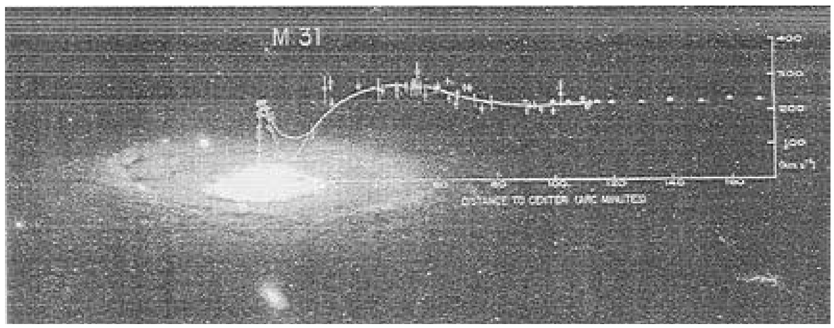
حدوں سے پرے بہت دور تک پھیلا ہوتا ہے، تاریک مادّہ کی ہیّت ایک تھالی(Disk) کی نسبت کم چپٹی (flattened) ہوتی ہے اور تاریک مادّہ سے برقی مقناطیسی شعاعوں کا کسی بھی طولِ موج (wavelength) پر اخراج نہیں ہوتا۔ایک پیچدار کہکشاں(spiral galaxy) کا کم از کم نوے فیصد مادّہ تاریک ہوتا ہے۔پس معلوم ہوا کہ جوہر (atoms) اور سالمے (molecules) جن سے ہمارے جسم اور کائنات کا روشن حصہ بنا ہوا ہے، وہ کائنات کا جزوِاعظم نہیں ہیں۔اس کائنات کی بالکل ابتدا میں تاریک مادّے کے تودے جن مقامات پر بنے تھے ممکن ہے بعد میں انہی جگہوں کی طرف مرتکز ہونے والے مادّے نے کہکشاؤں کو جنم دیا ہو۔

1930ء کی دہائی میں فرٹز سویکی[v] (Fritz Zwicky) نے معلوم کیا کہ کہکشاؤں کے جھرمٹ میں تاریک مادّہ موجود ہوتا ہے تاہم اس وقت ان کے اس نظریہ کو زیادہ پذیرائی نہیں ملی۔کہکشاؤں میں تیز رفتار گردش کے حوالے سے اب جو نئے شواہد ملے ہیں ان کے باعث تاریک مادہ کے وجود کے حق میں دلائل قابل یقین ہوگئے ہیں۔

ان شواہد کے ضمن میں ہمیں بہرحال متنبہ رہنے کی بھی ضرورت ہے۔بیسویں صدی کے اوائل میں طبیعیات دانوں کو یہ معلوم ہوا تھا کہ جوہر(atom) اور مرکزے(nuclei) کی حد تک چھوٹے اجسام پر طبیعیات کے روایتی قوانین(conventional physical laws) لاگو نہیں ہوتے۔نیوٹن کے قوانین کو ہم نے کہکشاؤں جیسے بڑے پیمانے پر حال ہی میں پرکھا ہے۔یہ قوانین یہاں بھی ناکام رہے ہیں تاہم اس ناکامی کو ہم نے تاریک مادّے کی موجودگی سے منسوب کر دیا ہے۔جب تک ہم یہ نہیں جان لیتے کہ تاریک مادہ کیا ہے تب تک ہم اس امکان کو نظرانداز نہیں کر سکتے کہ نیوٹن نے کششِ ثقل کا جو نظریہ پیش کیا تھا اس میں کہکشاؤں کے طویل فاصلے کو مدِنظر رکھتے ہوئے لازمی طور پر ردوبدل کی ضرورت پڑے گی۔اس ضمن میں سب سے بہتر تو یہ ہوگا کہ ایک ایسا نیا علمِ کائنات(Cosmology) متعارف کروایا جائے جو فوری طور پر اس طرح کے بہت سے اہم سوالات کے جوابات فراہم کر سکے جیسے کہ تاریک مادّہ کیا ہے، تاریک توانائی کیا ہے اور یہ کہ کیا ہم کائنات کے ارتقاء کو صحیح طور پر سمجھ سکے ہیں؟

آج کائنات کے متعلق ہمارا جتنا بھی علم ہے اس کا حصول ان چار سو سال کے دوران کیا گیا ہے جب سے گیلیلیو(Galileo) نے اپنی دوربین کے ذریعے یہ دریافت کیا کہ دودھیا راستہ(Milky Way) ایسے انگنت ستاروں پر مشتمل ہے جو جھرمٹ کی صورت میں گروہوں میں بٹے ہوئے ہیں۔وقت گزرنے کے ساتھ شائد آپ کو یہ پتا چلے کہ پوشیدہ جہتوں یا پوشیدہ وقت کا بھی وجود ہے اور شاید کہ ہماری کائنات ہی واحد کائنات نہیں ہے بلکہ اور کائناتیں بھی موجود ہیں۔آپ میں سے ان لوگوں کو جو سائنس میں دلچسپی رکھتے

ہیں میرا یہ مشورہ ہے کہ ہمت نہ ہاریں۔ہمیں آپ کی ضرورت ہے۔آپ میں سے کوئی ایک بھی ایسا نہیں ہے جو ہمارے علم کے ذخیرہ میں قابلِ قدر اضافہ نہ کر سکے۔آپ بھی سائنسدان بن سکتے ہیں اور اپنے ساتھ ساتھ دوسروں کو بھی سائنس کی طرف راغب کرنے کا محرک بن سکتے ہیں۔مجھے امید ہے کہ سائنس سے آپ بھی اتنا ہی لطف اندوز ہوں گے جتنا کہ میں کائنات کے متعلق علم حاصل کر کے لطف اندوز ہوئی ہوں۔



انڈرومیڈا سحابیہ(ایم تھری ون) (Andromeda Nebula, M31)[vi] جو خلا میں ہمارا قریبی ہمسایہ ہے، اسکی تصویر کی یہ نقل پالومر اسکائی سروے (Palomar Sky Survey) سے لی گئی ہے۔اس میں نظر آنے والے گیسوں کے بادلوں سے حاصل شدہ رفتار کو کھلے اور بھرے ہوئے دائروں میں دکھایا گیا ہے جبکہ بے بار(neutral) ہائیڈروجن سے اخذ کردہ رفتار کو بھری ہوئی مثلثوں سے ظاہر کیا گیا ہے۔اس بات پر خاص طور پر توجہ کی ضرورت ہے کہ ستاروں کی گردش کی رفتار وہاں بھی بلند رہتی ہے جہاں کہکشاں میں روشنی بہت زیادہ کم ہے۔(رابرٹس(Roberts) کی طرز پر رُوبن اور جینس ڈنلپ(Rubin and Janice Dunlop) کا بنایا ہوا مرکب عکس(Montage))۔

حواشی

* **تعارف:** ویرا کوپر روبن(Vera Cooper Rubin) امریکی ماہر فلکیات ہیں۔ان کی پیدائش 1928ء کی ہے۔انھوں نے سب سے پہلے کہکشاؤں کی گردش کی شرح دریافت کرنے کا ایک طریقہ ایجاد کیا۔اس طرح انھوں نے کہکشاؤں کی متوقع گردش اور مشاہدے میں آنے والی گردش کے فرق کو دریافت کیا۔انھیں بی بی سی کی دستاویزی فلم ''ہماری کائنات کا زیادہ تر حصہ غائب ہے'' (Most of Our Universe is Missing) میں دیکھا اور سنا جا سکتا ہے۔ ویرا نے کئی میڈل حاصل کیے ہیں۔ایک سیّارچے (Asteroid) کا نام انکے نام پر رکھا گیا ہے۔

(i)۔ قطبی ستارہ قطب شمالی پر نمایاں طور پر چمکنے والا ستارہ ہے۔دوسرے ستارے اپنی جگہ تبدیل کرتے رہتے ہیں مگر شمالی ستارے کی جگہ کیونکہ کبھی تبدیل نہیں ہوتی اس لیے پرانے زمانے سے ہی جہاز راں اس ستارے سے راستے کی راہنمائی حاصل کرتے رہے ہیں۔قطبی ستارے کو پولارس(Polaris) بھی کہتے ہیں یہ زمین سے 434 نوری سال کے فاصلے پر ہے۔

(ii)۔ دودھیا راستہ یا راہِ شیری(Milky Way) ہماری کہکشاں کا نام ہے۔

(iii)۔ ماریا مچل(Maria Mitchell)، 1818ء - 1889ء، امریکی ماہر فلکیات تھیں۔انھوں نے 1847ء میں ایک دوربین کے ذریعے ایک دمدار ستارہ دریافت کیا تھا جس کا نام ان کے نام پر ''مس مچلز کا دمدار ستارہ'' رکھ دیا گیا ہے۔اس دریافت پر

انھیں ڈنمارک کے بادشاہ فریڈرک ہفتم نے سونے کا تمغہ دیا تھا۔ ماریا مچل پہلی امریکی خاتون تھیں جنھوں نے فلکیات کو پیشے کے طور پر اختیار کیا۔

(iv)۔ کینٹ فورڈ(Kent Ford) 1931ء میں پیدا ہوئے۔ انھوں نے فلکیات کے شعبے میں گرانقدر تحقیقی کام کیا ہے۔ تاریک مادہ کا نظریہ ان کی خاص دلچسپی کا مرکز رہا ہے۔ انھوں نے ویرا رُوبن(Vera Rubin) کے ساتھ مل کر کام کیا ہے اور اپنے جدید ترین طیف پیما(Spectrometer) کی مدد سے کہکشاں سے آنے والی روشنی کے طیف کا تفصیلی جائزہ لے کر تاریک مادہ کی موجودگی کا ثبوت فراہم کیا۔

(v)۔ فرٹز سو یکی(Fritz Zwicky)، 1974ء-1898ء ، سوئٹزرلینڈ کے ماہر فلکیات تھے انھوں نے اپنی زندگی کا ایک بڑا حصہ کیلی فورنیا انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (California Institute of Technolgy) میں گزارا۔ انھوں نے اپنے ساتھی جرمن ماہر فلکیات والٹر باڈے(Walter Baade)، 1960ء- 1893ء ، کے ساتھ مل کر 1935ء میں پہلی شمٹ(Schmidt) دوربین کا استعمال کیا جسے کیلی فورنیا میں پیلومر رصدگاہ (Palomar Observatory) میں نصب کیا گیا تھا۔ سپرنووا کی اصطلاح سو یکی اور باڈے نے ایجاد کی تھی اور یہ نظریہ پیش کیا تھا کہ سپرنووا وہ درمیانی حالت ہے جس میں عام ستارے نیوٹرون ستاروں میں بدل جاتے ہیں۔

(vi)۔ سحابیہ (Nebula) گردوغبار اور گیس کے بادل کو کہتے ہیں جو کہکشاؤں کے درمیانی خلاء میں موجود ہوتے ہیں انھیں تخلیق کے ستون (Pillars of Creation) بھی کہا جاتا ہے۔ ان میں موجود گردوغبار اور باردار گیسیں مل کر ستارے بنتے ہیں پھر اس سے بچ جانے والے مادہ سے سیارے وجود میں آتے ہیں۔

علم کی سحر انگیزی

(The Fascination of Knowledge)

ڈیوڈ رُوایل*

(David Ruelle)

ادارہ برائے اعلیٰ سائنسی علوم، فرانس

(Institut des Hautes Etudes Scientifiques, France)



© Courtesy of David Ruelle

یہ دوسری جنگِ عظیم ختم ہونے کے بعد کی بات ہے جب میں نے ایک نوعمر بیلجین (Belgian) کی حیثیت سے اس دنیا کو ذہنی طور پر دریافت کیا اور مجھے اُن بہت ساری حیرت انگیز چیزوں کا پتا چلا جن کو میں جاننا اور سمجھنا چاہتا تھا۔ مثال کے طور پر دور دراز ممالک، بدیسی زبانیں، قدیم ثقافتوں کے آثار، زمانہ قبل از تاریخ میں پائے جانے والے جانور، ادویاتی جڑی بوٹیوں کا خطرناک حُسن، خرد بینی عالمِ موجُودات کے اِسرار اور کائنات کی بے کراں وُسعتیں۔ میرا یہ شوق اور تجسُس وقت گزرنے کے ساتھ مزید اساسی، تجریدی اور تفہیمی ہوتا گیا۔ میں نے علمِ ریاضی اور جدید طبیعیات کے متعلق جو کچھ پڑھا اس نے گویا مجھے اپنے سحر میں گرفتار کر لیا: جیسے گوئڈل[(i)] کا کُلیّہ (Godel's theorem) نظریہِ اضافیت (theory of relativity) اور نظریہِ کوانٹم (quantum theory)۔ میں نے علمِ کیمیا (chemistry)، تحلیلِ نفسی (psychoanalysis)، علمِ نباتات (botany) اور فلسفہ (philosophy) (آگسٹے کومٹے[(ii)] اور بروخ سپینوزا[(iii)]) (Auguste Comte and Baruch Spinoza) جیسے موضوعات پر بھی کئی کتابیں چاٹ ڈالیں، تاہم جلد ہی میری دلچسپی عالمِ موجُودات کی رُو سے خُدا کے وجُود کو ثابت کرنے سے زیادہ $e^{i\pi} = -1$ یا $E = h\nu$ جیسے فارمولوں پر مرکُوز ہوگئی۔

وہ اچھا زمانہ تھا۔ اگر آپ کے پاس سائنس کی کچھ خداداد صلاحیت تھی تو آپ نوکری تلاش کرنے کی نسبت علم کی جستجو پر زیادہ توجہ دے سکتے تھے۔ اس کے باوجود بہر حال مجھے اپنے پیشے کا انتخاب کرنا تھا۔ انجینئرنگ کی

تربیت کوادھورا چھوڑنے کے بعد میں نے طبیعیات اور ریاضی کا مطالعہ شروع کیا اور اپنی یہ عادت بنالی کہ چیزوں کی طبیعیاتی نوعیت کو ریاضی کے قاعدوں کے ذریعے سمجھوں۔ ریاضی خالصتاً ایک ذہنی مشق ہے اور اس لحاظ سے یہ بڑا تشفّی بخش مضمون ہے، تاہم ریاضیاتی طبیعیات(mathematical physics) ایک ایسا طاقتور جادو ہے جس کا اِطلاق حقیقی دنیا پر ہوتا ہے۔ دورِ قدیم کے انسان نے اس دُنیا پر جو گرفت وجدانی طریقوں اور ٹونے ٹوٹکوں کے ذریعے سے حاصل کرنے کی کوشش کی وہ گرفت نیوٹن (Newton)، پلانک (Planck)، آئن اسٹائن (Einstein)، ہائزن برگ (Heisenberg) اور شروڈنگر (Schrödinger) نے ریاضیاتی طبیعیات (Mathematical Physics) کے ذریعہ حاصل کرلی۔ گو کہ آئن اسٹائن (Einstein) خود کو ریاضیاتی طبیعیات دان گردانتا تھا تاہم طبیعیات دانوں کی بعد میں آنے والی پود (جیسے فین مین (Feynman)) نے طبیعیات کی دُنیا کو سمجھنے کے حوالے سے علمِ ریاضی کے کردار کو زیادہ اہم نہیں سمجھا۔ علمِ ریاضی کے اس کردار کی اہمیت ابھی حال ہی میں سٹرنگ نظریہ (string theory) کی صورت میں بڑے شاندار طریقے پر بحال ہوئی ہے مگر بدقسمتی سے ابھی تک اس نظریہ کا واسطہ تجرباتی تصدیق سے نہیں پڑا۔

یہ میری خوش قسمتی ہے کہ اپنی زیادہ تر نظریاتی اور تجریدی تحقیق کے دوران مجھے ایک ایسا موضوع مل گیا جس میں اطلاق کا پہلو بڑا ٹھوس تھا اور یہ موضوع تھا بے نظمی (chaos)۔ اسے مختصراً یوں بیان کیا جاسکتا ہے کہ کم جہت والی بے نظمی (low dimensional chaos) دراصل اس بات کا تجزیہ ہے کہ کس طرح کچھ طبیعیاتی نظام وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ ایسے ارتقائی مراحل طے کرتے ہیں کہ وہ پیچیدہ، غیر منظّم اور پرشور نظر آتے ہیں، لیکن اُن کی اس حالت کو سمجھا جاسکتا ہے اور اس کی پیش گوئی کی جاسکتی ہے (زیادہ صحیح یوں کہہ سکتے ہیں کہ ان کے قابلِ پیش گوئی ہونے کا تجزیہ کیا جاسکتا ہے)۔ اس حالت بے نظمی پر شروع میں کام کرنے والے بڑے اہم لوگ تھے (پوآں کا غے [iv] (Poincaré)، ایڈورڈ لورنز [v] (Edward Lorentz)) تاہم اسے 1970ء اور 1980ء کی دہائیوں میں ایک اہم موضوع کی حیثیت اس لیے حاصل ہوئی کیونکہ پیچیدہ مظاہر کے سنجیدہ تجزیہ کے لئے درکار ریاضیاتی، حسابیاتی اور تجرباتی اسلوب (techniques) تب تک تیار ہو چکے تھے اور اُن ہی کی مدد سے یہ معلوم ہوا کہ کچھ مظاہر کو کم جہتی بے نظمی (low dimensional chaos) کے طور پر سمجھا جاسکتا ہے (جیسے سیال مادہ کا کمزور تلاطم (weak turbulence)، چند حدود تک کی موسمیات، نظامِ شمسی کے ایک حصے کی فلکیات وغیرہ وغیرہ)۔ جبکہ کچھ دوسرے مظاہر ایسے ہیں جنھیں اس نظریے سے سمجھنا مشکل ہے (جیسے مالیاتی نظاموں کا زمانی سلسلہ (time series))۔ بے نظمی کے نظریے کا سنہری دور میرے لیے شاندار ثابت ہوا کیونکہ ایک طرف تو میں خالص ریاضی میں کام کررہا تھا، جو کہ ایک مشکل مضمون ہے، لیکن دوسری طرف مجھے انتہائی قابل، ذہین اور دلچسپ لوگوں سے بحث مباحثہ کے مواقع بھی حاصل تھے جن میں تجرباتی سائنسدان، ماہرین

موسمیات، کیمیادان اور ماہر معاشیات شامل تھے۔ مجھے یہ کہنے دیں کہ میں نے بے نظمی (chaos) کو ذہنی طور پر سمجھنے اور اس کے اطلاق پر غور کرنے میں کبھی بھی جھجک محسوس نہیں کی، برعکس کچھ اُن رفقاءِ کار کے جو معمول کے مطابق بس دفتر میں بیٹھ کر اُن حقائق سے متعلق گنجلک گُلیّوں کو ثابت کرنے کی کوشش کرتے رہنے کو ترجیح دیتے تھے جن کو مزید گہرائی سے سمجھنے کا انھیں کوئی شوق نہیں ہوتا تھا۔

بے نظمی کے نظریئے کا سنہرا دور اب گزر چکا ہے۔ جن لوگوں نے اس سلسلے میں کچھ کردار ادا کیا تھا وہ اگر اب تک فعّال ہیں بھی تو زیادہ تر کسی اور موضوع پر کام کر رہے ہیں۔ میری اپنی دلچسپی بھی اب بڑی حد تک غیر متوازن شماریاتی میکانیات (nonequilibrium statistical mechanics) کی طرف مبذول ہو چکی ہے (یہ نظریاتی طبیعیات کا ایک حصہ ہے جس میں حرکیاتی نظاموں (dynamical systems) اور بے نظمی کے نظریات کو استعمال کیا جاتا ہے)۔ میں نے بہت سے ایسے موضوعات میں بھی پیشہ ورانہ سطح پر دِلچسپی لینا کم کر دیا ہے جو نوعمری کے زمانے میں مجھے فکری طور پر ولولہ انگیز لگتے تھے۔ واقع یہ ہے کہ میرے بہت سے جاننے والے سائنسدان اپنی ریاضی اور طبیعیات کی پیشہ ورانہ دلچسپیوں سے بہت دور ہٹ کر ایسے موضوعات سے مسحور نظر آتے ہیں جیسے پھپھوندی (fungi) اور لسانیات (linguistics) (مثال کے طور پر مَرے گیل مین (vi) (Murray Gell-Mann))۔ علم کی یہ سحر انگیز قُوت اُن تمام لوگوں کے لیے ہمیشہ دستیاب رہتی ہے جو علم کی پزیرائی کرتے ہیں خواہ وہ پیشہ ورانہ حیثیت کے حوالے سے ہو یا زندگی کی ناگزیر نمُو کے حوالے سے۔

حواشی

* **تعارف:** ڈیوڈ پیئغ روایل (David Pierre Ruelle)، پیدائش 1935ء، بیلجیم نژاد فرانسیسی ہیں۔ ڈیوڈ ایک ریاضیاتی طبیعیات دان ہیں۔ انھوں نے شماریات کی طبیعیات (Statistical Physics) اور حرکیاتی نظاموں (Dynamical Systems) پر کام کیا ہے اور متلاطم بہاؤ (Turbulence) کا ایک اہم نظریہ پیش کیا ہے۔

(i)۔ کُرٹ فریڈرِک گوئیڈل (Kurt Friedrich Gödel) 1978ء-1906ء آسٹروی نژاد امریکی ریاضی دان، فلسفی اور ماہرِ منطق (Logician) تھے۔ وہ دوسری جنگ عظیم کے اثرات سے بچنے کے لیے 1948ء میں آسٹریا سے امریکا منتقل ہو گئے تھے۔ 1931ء میں جب وہ ویانا (Vienna) میں ہی تھے تو انھوں نے نامکمل حالت کے کلیے (Incompleteness Theorems) پیش کیے جن کا تعلق ریاضیاتی منطق سے ہے۔

(ii)۔ آگسٹے کومٹے (Auguste Comte)، 1857ء-1798ء، فرانسیسی فلسفی تھے۔ انھوں نے فرانسیسی انقلاب کی سماجی برائیوں کے خاتمے کے لیے سائنسی بنیادوں پر ایک نیا سماجی تصور پیش کیا، ان کے فلسفے سے کارل مارکس، جون سٹوارٹ مل اور جارج ایلیٹ جیسے مفکر متاثر ہوئے۔

(iii)۔ بروخ سپینوزا (Baruch Spinoza) 1677ء-1632ء پرتگالی نژاد ولندیزی فلسفی تھے۔ اُن کے فلسفہ نے اٹھارویں صدی

کی روشن خیالی کوجنم دینے میں اہم کردار ادا کیا۔اُن کی کتاب'اخلاقیات'جواُن کے مرنے کے بعد شائع ہوئی،اُن کی ایک عظیم فلسفی کےطور پرشہرت کا باعث بنی۔

(iv)۔یُل آں غی پوآں کاغے(Jules Henri Poinearé) 1912ء-1854ءفرانسیسی علاّمہ دہر تھے۔وہ اپنے دور کے تمام علوم پر دسترس رکھتے تھے۔ریاضی اور ریاضیاتی طبیعیات کے کئی تصوارت کے بانی تھے۔تین اجسام کے مسئلے پر تحقیق کرتے ہوئے انہوں نے پہلے پہل'بےنظمی' کاادراک کیا۔

(v)۔ایڈورڈ نورٹن لورنٹز (Edward Norton Lorentz) ، 2008ء-1917ءامریکی ریاضی دان تھے۔انھوں نے بےنظمی (Chaos) کےنظریے پرسب سے پہلے کام کیا اور اس کے لیے انھوں نے ہی''تتلی کااثر''(Butterfly Effect) کی اصطلاح ایجاد کی تھی۔

(vi)۔مَرے گیل مین(Murray Gell-Mann) دیکھیے صفحہ نمبر86۔

طبیعیات ہی کیوں؟

(Why Physics?)

مریم پی۔ ساراچک*

(Myriam P. Sarachik)

سٹی کالج آف نیویارک، امریکا

(City College of New York, USA)



© Courtesy of David Price

تاریخی حالات کچھ ایسے تھے کہ جن کی وجہ سے میری زندگی کے ابتدائی سال پراز واقعات اور بڑے غیر معمولی طور پر گزرے۔ میں 1933ء میں پیدا ہوئی تھی۔ اسی سال ہٹلر (Hitler) برسراقتدار آیا۔ بعد میں آنے والے حالات نے میری زندگی کے مدار کو مستقل طور پر تبدیل کر دیا، جن کی وجہ سے میرے خاندان کو بیلجیئم سے بھاگنا پڑا۔ 1941ء کے اواخر میں ہم نے کیوبا میں پناہ لی جہاں میں نے اپنی زندگی کے پانچ سال گزارے۔ جب میں آٹھ سال سے بڑی ہو کر ساڑھے تیرہ سال کی ہوگئی تو ہم نے ایک مرتبہ پھر نقل مکانی کی اور امریکہ پہنچ گئے جو اُمید، آزادی اور لامحدود امکانات کی دنیا تھی۔ میں نے امریکا میں پہلے ہائی سکول اور پھر کالج کی تعلیم مکمل کی اور پھر اعلیٰ ڈگریاں حاصل کیں۔

میرا خاندان اور میری برادری بڑی روایت پسند تھی۔ عورتوں کا گھر سے باہر کام کرنا پسند نہیں کیا جاتا تھا۔ عورتوں کی ذمہ داری تھی کہ وہ بچوں کی پرورش کریں اور یہ کام یقیناً بہت مشکل تھا، مگر وہ ملازمت کرنے کی کوشش نہیں کرتی تھیں۔ اگر کوئی عورت گھر سے باہر کام کرتی تھی تو اس کا یہ مطلب لیا جاتا تھا کہ اس کا شوہر گھریلو ضرورتیں پوری کرنے کا اہل نہیں ہے۔

مجھے یاد ہے کہ میری زندگی کے ابتدائی سال کسی حد تک اکتاہٹ طاری کرنے والے اور مایوس کن تھے۔ مگر جیسے ہی میں نے سکول میں داخلہ لیا میری زندگی تبدیل ہوگئی۔ اسکول نے میرے سامنے ایک

بالکل ہی نئی اور پُر لطف دنیا کھول دی۔ مجھے پڑھنا بہت اچھا لگتا تھا، اعداد و شمار کا اپنا مزہ تھا۔ مجھے ان سب چیزوں سے پیار تھا۔سکول جانے سے پہلے میں ایک پیاری اور اچھی بچی تو ضرور تھی مگر مایوسی میں ڈوبی ہوئی معلوم ہوتی تھی۔سکول جانے کے بعد میں کوئی قیمتی اور خاص چیز بن گئی۔

پہلی جماعت کے بعد میری تعلیم ایک سال سے زیادہ مدت کے لیے منقطع ہو گئی۔اس دوران ہم ایک ملک سے دوسرے ملک کی طرف بھاگتے رہے تھے۔اگر چہ میرے والد کتابوں پر رقم خرچ کرنا پسند نہیں کرتے تھے، (ہم اُس وقت بڑے خطرات میں گھرے ہوئے تھے اور ایسے میں نہ تو ان چیزوں کے لیے وقت تھا اور نہ ہی پیسہ) تاہم میری والدہ میرے پڑھنے کے لیے کتابیں لے آتی تھیں اور میں ایک کتاب کو بار بار اس وقت تک پڑھتی رہتی جب تک نئی کتاب نہیں آ جاتی تھی۔ میں آٹھ سال کی تھی جب میرا خاندان کیوبا کے شہر ہوانا پہنچا تو میں نے سکول جانا شروع کیا۔

میری دلچسپی بیک وقت کئی چیزوں میں تھی۔ میں گرامر، لسانیات، علم الاعضا (anatomy)، جغرافیہ اور تقریباً تمام چیزوں میں ہی دلچسپی رکھتی تھی۔ میں پڑھائی پر ٹوٹ پڑتی تھی، پیانو بھی بجاتی تھی اور مجھے موسیقی سے والہانہ لگاؤ تھا۔ مجھے حساب، الجبرا، نقوش اور عمومی طور پر مقداری چیزوں میں خصوصی دلچسپی تھی۔

جب مجھے انتخاب کرنا پڑا تو میں نے آخر کار طبیعیات کو کیوں منتخب کیا؟ مجھے یقین نہیں ہے کہ میں اِس سوال کا صحیح جواب جانتی ہوں البتہ مجھے یہ معلوم ہے کہ میرے لیے تمام مضامین میں طبیعیات ہی سب سے مشکل مضمون تھا اور شروع میں تو میں اسے اچھی طرح کر بھی نہیں پاتی تھی۔شاید یہ میرے لیے حقیقی معنوں میں ایک چیلنج تھا، جبکہ دوسرے مضامین مجھے مقابلتاً آسان لگتے تھے۔طبیعیات مشکل ضرور تھی مگر اسے بہت قدر کی نگاہ سے دیکھا جاتا تھا۔ایک وجہ یہ بھی ہوسکتی ہے کہ میرے والد کے نزدیک طبیعیات ایک اونچے درجے کی ذہنی استعداد کا استعارہ تھی اور میں اپنے والد سے بہت پیار کرتی تھی، ان کا احترام کرتی تھی اور انھیں بہت بلند مقام دیتی تھی۔مگر میرے والد میری علمی سرگرمیوں کے متعلق متضاد خیالات کا شکار تھے۔ایک طرف تو وہ علمی میدان میں بلند و برتر مقام حاصل کرنے کو بہت اہمیت دیتے تھے اور مجھے کچھ کر دکھانے کا حوصلہ دیتے تھے۔ مجھے یقین ہے کہ اگر زندگی نے انھیں موقع دیا ہوتا تو وہ یقیناً طبیعیات دان بننا پسند کرتے۔ دوسری طرف ان کی نگاہ میں، میں ایک لڑکی تھی جسے شادی کرنی اور بچے پالنے چاہیے تھے۔

میں نے 1954ء میں برنارڈ کالج سے خصوصی مضمون طبیعیات کے ساتھ بیچلرز کی ڈگری حاصل کی۔(اگر چہ ہم نے سب مضامین کولمبیا یونیورسٹی میں پڑھے جو نزدیک ہی تھی۔ کیونکہ ہمارے کالج میں طبیعیات پڑھنے والی لڑکیوں کی تعداد بہت کم تھی)۔اسی موسم گرما میں میری شادی فلپ سارا چِک (Philip

(Sarachik سے ہوگئی۔ یہی وہ وقت تھا جب مجھے اس خاندانی زندگی کو اختیار کرنا تھا جس کی مجھ سے توقع کی جاتی تھی لیکن اس قسم کی گھریلو زندگی کے لیے کچھ انتظار کر لینا برا نہیں تھا۔ چنانچہ میں نے آئی بی ایم کی واٹسن لیبارٹری (IBM Watson Laboratories) میں نوکری کر لی، جو کولمبیا یونیورسٹی کے بہت نزدیک تھی۔ اس وقت تک مجھے طبیعیات سے گہرا لگاؤ ہو چکا تھا۔ طبیعیات کا مضمون اس وقت بھی مشکل تھا مگر اب میں اسے کر سکتی تھی اور یہ مجھے بہت اچھا لگتا تھا۔ میری شدید خواہش تھی کہ میں پی ایچ ڈی کروں لیکن مجھے اندر ہی اندر یہ احساس تھا کہ مجھے ایسا نہیں کرنا چاہیے۔ پھر میں سوچتی تھی کہ سڑک پار کولمبیا یونیورسٹی سے ایک یا دو گریجویٹ کورس کر لینے میں کوئی حرج نہیں۔ یہ ذہنی کشمکش جاری تھی کہ میرے شوہر نے الیکٹریکل انجینئرنگ میں پی ایچ ڈی کرنے کا فیصلہ کر لیا۔ تب میں نے بھی اپنے آپ کو پی ایچ ڈی کرنے کی اجازت دے دی۔

میں نے جو راستہ منتخب کیا تھا، اُس میں کئی آزمائشیں میری منتظر تھیں۔ اس زمانے میں بہت کم خواتین طبیعیات میں پی ایچ ڈی کرنے کی خواہش مند ہوتی تھیں، چنانچہ یونیورسٹی کے تدریسی عملے کی طرف سے میری کوئی حوصلہ افزائی نہیں ہوئی۔ البتہ خواتین کی صلاحیت اور میدانِ عمل کے متعلق منفی سوچ رکھنے والے تدریسی عملے کے سوا کوئی کھلی مخالفت سامنے نہیں آئی کیونکہ ہمیں بھی مردوں کی طرح ویسے ہی امتحان پاس کرنا تھا، مقالہ تیار کرنا تھا اور اس کا دفاع کرنا تھا۔

اس راستے پر میرا اگلا قدم بہت مختلف تھا۔ مجھے اپنی پہلی نوکری حاصل کرنے کے لیے ناقابل یقین مشکلات کا سامنا کرنا پڑا۔ میں سمجھتی ہوں کہ اس مسئلے کا زیادہ تعلق اس بات سے تھا کہ میں ماں بن چکی تھی اور میں نے اپنی پہلی بیٹی کیرن کو جنم دیا تھا۔ میں جی توڑ کر مشکلات کا مقابلہ کرتی رہی اور اس چیلنج میں بھی کامیاب ثابت ہوئی۔

میں اپنی درمیانی عمر کی زندگی کی زیادہ بات نہیں کروں گی، مختصراً یہ کہ آئی بی ایم واٹسن لیبارٹری (IBM Watson Laboratories) اور بیل (Bell) ٹیلی فون لیبارٹری میں پوسٹ ڈاک (Post Doc) کے بعد میں نیویارک کے سٹی کالج کے تدریسی عملے میں شامل ہوگئی۔ اس کالج میں، میں نے قریب قریب اپنی تمام پیشہ ورانہ زندگی گزار دی اور یہاں میں نے اپنے کام کے ایک ایک پہلو سے لطف اُٹھایا ہے۔ میں نے ابتدا ایک درمیانے درجے کے ٹیچر کے طور پر کی پھر مجھے پڑھانے سے لگاؤ ہوتا چلا گیا۔ وقت کے ساتھ ساتھ میں اپنے تدریس کے انداز کو بہتر سے بہتر کرنے کی کوشش کرتی چلی گئی۔ ان برسوں میں، میں نے اپنے شعبے اور یونیورسٹی میں اپنی عمومی ذمہ داریوں کو بہ طریق احسن انجام دیا۔

لیکن مجھے سب سے زیادہ خوشی اور اطمینان اپنی تحقیق سے حاصل ہوا ہے، جس کے متعلق میرا خیال

ہے کہ میں نے کچھ اہم کامیابیاں حاصل کی ہیں۔ ڈاکٹریٹ کے بعد میں نے بیل (Bell) لیبارٹری میں جو ایام گزارے، ان کے دوران میں نے کچھ تجرباتی پیمائشیں (experimental measurements) کیں جن سے یہ ثابت ہوا کہ کچھ بھرتوں (alloys) میں جب مختلف درجۂ حرارت پر برقی مزاحمت (resistance) کی پیمائش کی جائے تو کم ترین مزاحمت اور مقناطیسی معیار اثر (moment) میں براہِ راست ایک مطابقت ہوتی ہے۔ جب میں یہ نتائج اخذ کر رہی تھی اسی دوران جُن کانڈو[i] (Jun Kondo) نے وہ مساوات پیش کی جواب بہت مشہور ہو چکی ہے اور جس میں بتایا گیا ہے کہ نقطۂ صغیری (minimum) کا تعلق واقعی مقامی معیارِ اثر (localized moment) سے ہوتا ہے۔ اس طرح وہ دیرینہ معمّہ (puzzle) حل ہو گیا جو 1930ء سے چلا آ رہا تھا۔ حال ہی میں، میں نے روسی سائنسدان سرگے کراف چنکو (Sergey Kravchenko) کے ساتھ مل کر ایک ایسا کام کیا ہے جس نے یہ امکان پیدا کر دیا ہے کہ ایک دھاتی حالت (metallic state) غیر متوقع طور پر دو جہات (two dimensions) میں موجود ہو سکتی ہے۔ پھر میں نے 1996ء میں اپنے گروپ کے ایک پی ایچ ڈی کے طالب علم جوناتھن فرائیڈ مان (Jonathan Friedman) کے ساتھ مل کر مینگا نیز 12 ایسی ٹیٹ (Mn 12-Acetate) سالمہ کے نینو مقناطیس (nanomagnet) بنانے کے مراحل کے مشاہدہ کے دوران مقناطیسی قوس (magnatisation curve) میں ایک بڑی مقدار میں مقناطیسی معیارِ اثر (magetic moment) کی بذریعۂ ٹنلنگ (tunneling) موجودگی دریافت کی۔ اس دریافت نے اس شعبے میں سرگرمیوں کو بہت تیز کر دیا جس کا حوالہ اب ''ایک سالمے والے مقناطیسوں'' (single molecule magnets) کے طور پر دیا جاتا ہے۔

میری دلچسپیاں مجھے سٹی کالج سے باہر کے حل طلب مسائل اور مقامات تک لے گئی ہیں۔ میں نے سائنسدانوں کے انسانی حقوق کے دفاع کی کئی کوششوں میں حصہ لیا ہے۔ میں نے طبیعیات کی برادری کی کئی طریقوں سے خدمت کی ہے جن میں مشاورتی ذمہ داریاں، امریکی طبیعیاتی سوسائٹی (American Physical Society) کے لیے خدمات، کانفرنسوں کا بندوبست اور کئی دوسرے امور شامل ہیں۔ ان سرگرمیوں کے نتیجے میں مجھے 2003ء میں امریکی طبیعیاتی سوسائٹی کا صدر منتخب کیا گیا۔ یہ سال سرگرمیوں کی بھرمار، مختلف اہم امور میں شمولیت اور انعامات کے حصول کے حساب سے یکتا ثابت ہوا۔

ایک طبیعیات دان کی حیثیت سے میری زندگی ایک طرف انتہائی اطمینان بخش اور دوسری طرف بڑی پُر لطف ثابت ہوئی ہے۔ اس کا مطلب یہ نہیں کہ میری زندگی کا ہر لمحہ پر لطف تھا۔ میرے راستے میں مسائل بھی آئے اور مجھے آزمائشوں کا سامنا بھی کرنا پڑا۔ چھوٹی اور بڑی ناکامیاں بھی ہوئیں۔ ایک طبیعیات دان (یا ریاضی دان، کیمیا دان، ماہر حیاتیات......) ہونے کا سب سے بڑا لطف یہ ہے کہ ہمیں ہر وقت

کچھ نہ کچھ سیکھنے، علم کو آگے بڑھانے اور پھیلانے کا موقع ملتا ہے۔ میں صرف اُس علم کی بات نہیں کر رہی جو آپ تحقیق کر کے نئے حقائق اور مظاہر کی صورت میں حاصل کرتے ہیں بلکہ اس میں وہ علم سیکھنے کی خوشی بھی شامل ہے جسے دوسرے لوگ جانتے اور سمجھتے ہیں لیکن آپ پہلی مرتبہ اُسے سمجھ پاتے ہیں۔ یہ ایک شاندار چیلنج ہوتا ہے۔

حواشی

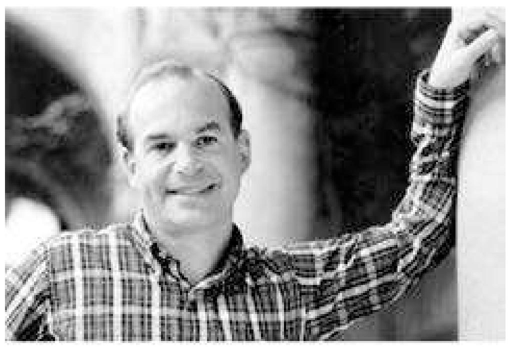
*مریم پی۔ ساراچک (Myriam P. Sarachik) بلجیئن نژاد امریکی ماہر طبیعیات ہیں۔ انہوں نے تجرباتی کثیف مادے کی طبیعیات میں اپنی نمایاں تحقیق کی وجہ سے شہرت پائی۔ وہ 2008ء میں امریکی نیشنل اکیڈمی آف سائنس کی گورننگ کونسل کی ممبر منتخب ہوئیں۔

(i)۔ جُن کانڈو (Jun Kondo)، جاپان کے نظریاتی طبیعیات دان ہیں۔ ان کی پیدائش 1930ء میں ہوئی تھی اور یہ اپنی اس تحقیق کے لیے مشہور ہیں جو کانڈو اثرات (Kondo Effects) کے نام سے مشہور ہے۔ اِس کا تعلق کسی قلمی مادہ (crystalline material) میں موصلی برقیوں (conduction electrons) کا مقناطیسی نقائص (magnetic impurities) والے مقامات سے انتشار (scattering) سے ہے۔ جس کی وجہ سے برقی مزاحمت (electric resistivity)، درجہ حرارت کی کمی بیشی سے ایک خاص طریقے سے متاثر ہوتی ہے۔

سُپر سٹرنگز
(Superstrings)

جان ایچ۔ شوارز*
(John H. Schwarz)

کیلی فورنیا انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، امریکا
(California Institute of Technology, USA)



© Courtesy of John H. Schwarz

ریاضی اور سائنس میں میری ابتدائی دلچسپی کی بھرپور حوصلہ افزائی میری ماں اور میرے والد نے کی، جو دونوں ہی سائنسدان تھے۔ جب میں نے ہارورڈ (Harvard) میں انڈر گریجویٹ کی تعلیم، ریاضی بطور خصوصی مضمون، مکمّل کی تو مجھے اس میں بھرپور لطف ملا۔ تاہم جب گریجویٹ سکول میں داخلے کی درخواست دینے کا وقت آیا تو میں نے ذرّات کی نظریاتی طبیعیات (theoretical particle physics) کو اپنانے کا فیصلہ کیا۔ اس فیصلے کی وجہ یہ تھی کہ میں ریاضی کے ان کلیوں کا مطالعہ کرنا چاہتا تھا جنھوں نے حقیقی دنیا کی وضاحت کرنے کی کوششوں کے دوران جنم لیا۔ برکلے (Berkley) یونیورسٹی جہاں سے میں گریجویشن کر رہا تھا وہاں طبیعیات سے متعلق میرے رجحانات کو میرے مشیر اتالیق جیوفرے چیو[(i)] (Geoffrey Chew) نے بڑی شدت کے ساتھ متاثر کیا۔ 1966ء میں پی ایچ ڈی حاصل کرنے کے بعد میں پرنسٹن یونیورسٹی میں چھ سال تک تدریس کے عملے کا جونیئر رکن رہا، پھر میں کالٹیک (Caltech) چلا آیا۔ تب سے اب تک یہیں ہوں۔

نظریاتی طبیعیات دان کی حیثیت سے میں نے تقریباً اپنی تمام عملی زندگی سٹرنگ نظریہ (string theory) کے مطالعے میں گزاری ہے۔ یہ اضافیاتی کوانٹم نظریہ (relativistic quantum theory) کی ایک قسم ہے جس میں بنیادی ذرات کو کسی ڈوری کے ننھے ٹکڑوں یعنی سٹرنگز (strings) کی مانند سمجھا جاتا ہے، بجائے نقاط کے جیسا کہ پُرانے روایتی اضافیاتی کوانٹم نظریہ میں فرض کیا جاتا ہے۔ میں آپ کو بتاتا ہوں کہ یہ

سلسلہ کیسے شروع ہوا کیونکہ اس کی تاریخ ذرا غیر معمولی ہے۔ہم دیکھیں گے کہ سپر سٹرنگ نظریہ (superstring theory) جو اِس وقت تمام بنیادی قوتوں اور ذرات کو یکجا کرنے کے نظریے کی تشکیل کا سب سے اہم طریقہ ہے،وہ ابتدائی طور پر ایک مختلف مسئلے کو حل کرنے کی کوششوں کے نتیجہ میں سامنے آیا تھا۔

وہ مضبوط نیوکلیائی قوت (strong nuclear force) جو پروٹونز (protons)، نیوٹرونز(neutrons)اور دوسرے ہیڈرونز(hadrons) کے اندر کوارکس(quarks) کو باہم باندھ کر رکھنے کی ذمہ دار ہوتی ہے اسے 1960ء کی دہائی کے زمانے میں اُس وقت تک کوئی نہیں سمجھتا تھا۔اس عشرے میں نظریہ دانوں کو اس چیلنج کا سامنا تھا کہ تجرباتی طبیعیات دانوں نے اسراع کار مشینوں(accelertors) کی مدد سے جو ڈھیروں نئے ذرات دریافت کر لیے تھے ان کی آسان ترین وضاحت کیسے کی جائے۔اُن دنوں یونیورسٹی آف کیلیفورنیا برکلے میں پروفیسر چیو(Chew)، پروفیسر مینڈل سٹیم(mandelstam) اور کچھ دوسرے لوگ ''ایس۔میٹرکس'' نظریے (S-matrix theory) کے پروگرام پر کام کرتے ہوئے اسی کے جزو کے طور پر ''بوٹ سٹریپ مفروضے''(bootstrap hypothesis) اور'' ریجے پول نظریے''(Regge pole theory) جیسے مؤثر تصوّرات کو ترقی دے رہے تھے۔ اِس پروگرام نے مضبوط نیوکلیائی قوت کی مکمل وضاحت تو نہیں کی لیکن واقعات کا کچھ ایسا شاندار تسلسل قائم ہوا کہ یہی پروگرام انھیں سُپر سٹرنگ کے نظریے تک لے گیا۔

1968-70ء کے دوران وینی زیانو(Veneziano)، نامبو[ii](Nambu) اور کچھ اور لوگوں نے مل کر دوہرا ریزونینس ماڈل(dual resonance model) تیار کیا جسے بہت جلد اضافیاتی سٹرنگ نظریے (theory of a relativistic string) کا نام دے دیا گیا۔یہ ماڈل نہ صرف بوٹ سٹریپ(bootstrap)اور ریجے (Regge) کے بنیادی تصورات کو سامنے رکھ کے تیار کیا گیا تھا بلکہ اس میں ان تصورات کو سمویا بھی گیا تھا۔ یوں یہ اس قابل ہو سکا تھا کہ ہیڈرون طبیعیات (hadron physics) کی کئی خصوصیات کی نوعیتی(qualitative) طور پر وضاحت کر سکے۔1971ء میں دوہری ریزونینس(dual resonance) کا ایک دوسرا ماڈل یا دوسرا سٹرنگ نظریہ سامنے آیا۔اسے ریمنڈ (Ramond)، نی ویو(Neveu) اور میں نے تیار کیا تھا۔اس میں ایک نئی قسم کا تشاکل(symmetry) شامل کیا گیا تھا جسے سُپر سمٹری(super symmetry) کہتے ہیں۔اس کو کچھ مزید بہتر بنایا گیا تو یہ سٹرنگ نظریہ،سُپر سٹرنگ نظریے کے نام سے جانا گیا۔

سٹرنگ کے دونوں نظریات میں کچھ خامیاں تھیں تاہم ان میں سب سے زیادہ نمایاں یہ دو تھیں کہ سٹرنگ نظریہ کی ریاضیاتی موافقت (mathematical consistency) کے لیے فاضل مکانی جہتوں (extra spatial dimensions) کی ضرورت تھی۔ دوسرے یہ کہ بغیر کمیت والے ذرات کی موجودگی بھی ضروری

تھی۔تاہم ہیڈرونز کے نظریے کے لیے یہ دونوں خواص واضح طور پر غلط تھے۔رہی سہی کسر کوانٹم کے اس فیلڈ نظریے نے 1973ء میں پوری کردی جسے کوانٹم کروموڈائنمکس (quantum chromodynamics) کہا گیا اور اس نے مضبوط نیوکلیائی قوتوں کی درست وضاحت کردی۔ عام طور پر اس کا ذکر اس کے مخفف کیوسی ڈی (QCD) سے کیا جاتا ہے۔ یہ نظریہ فوری طور پر قبول کرلیا گیا۔ یوں سٹرنگ نظریہ جس پر قریباً پانچ سال سے بڑی شدومد کے ساتھ تحقیق ہورہی تھی وہ عملی طور پر راتوں رات مرجھا گیا۔

1974ء میں، میں نے کالٹیک (Caltech) میں چھ ماہ کے لیے یوئیل شیغک [iii] (Joel Scherk) کی عارضی تقرری کا بندوبست کیا۔ جوئل شیرک فرانسیسی طبیعیات دان ہیں جن کے ساتھ میں پہلے ہی پرنسٹن میں کام کر چکا تھا۔ ہم دونوں اس بات سے اتفاق کرتے تھے کہ کیوسی ڈی(QCD) اپنی جگہ درست ہے مگر ساتھ ہی ہم شدت سے یہ بھی محسوس کرتے تھے کہ سٹرنگ نظریہ اتنا خوبصورت ریاضیاتی ڈھانچا ہے کہ یہ فطرت سے بالکل غیر متعلق نہیں ہوسکتا۔ چنانچہ ہم اس نتیجے پر پہنچے کہ سٹرنگ نظریے کو مکمل طور پر فراموش کرنے سے پہلے اسے ایک اور موقع دینا چاہیے۔اس کے بعد اس پر کام کرتے ہوئے ہمیں بہت جلد معلوم ہوگیا کہ جس مقصد کے تحت اسے بنیادی طور پر تیار کیا گیا تھا اگر اس سے ہٹ کر اسے ایک بالکل مختلف مقصد کے لیے استعمال کیا جائے تو جن پہلوؤں کو اس نظریے کی خرابی قرار دیا جارہا ہے وہی اس کی صفت ثابت ہوسکتے ہیں۔

قدرت میں صفر وزن والے (یا بغیر کمیت کے) ذرات موجود ہوتے ہیں اور روشنی کے ذرات فوٹونز (photons) اور کشش ثقل کے گریویٹانز (gravitons) اس کی مثالیں ہیں، تاہم یہ ذرات ہیڈرونز (hadrons) نہیں ہوتے۔ ہم نے یہ ثابت کیا کہ سٹرنگ نظریے کے گریویٹونز (gravitons) نچلے درجے کی توانائی میں ٹھیک اسی طرح باہمی تعامل کرتے ہیں جیسا کہ آئن سٹائن نے اضافیت کے عمومی نظریے میں پہلے سے بیان کردیا تھا۔ یہی نتائج یونی یا (Yoneya) نے بھی حاصل کیے۔اس سلسلے میں فاضل جہتوں کی موجودگی کوئی مسئلہ نہیں تھا، کیونکہ 1920ء کی دہائی میں کالوزا [iv] (Kaluza) اور کلائن [v] (Klein) نے یہ دریافت کیا تھا کہ فاضل مکانی جہتیں، کششِ ثقل کے نظریے میں اہم کردار ادا کرسکتی ہیں۔

1980ء کی دہائی سے پہلے تقریباً تمام ذراتی طبیعیات دان کششِ ثقل کی قوت کو اس لیے نظرانداز کرتے رہے کہ عام حالات میں یہ بہت ہی کم ہوتی ہے۔مثال کے طور پر ہائیڈروجن کے ایٹم میں الیکٹرون اور پروٹون کے درمیان ایک دوسرے کے لیے کششِ ثقل برقی کشش کی نسبت 10^{38} گنا کم ہوتی ہے۔ دوسری طرف نظریۂ اضافیت پر کام کرنے والے طبیعیات دان جنھوں نے خصوصیت سے کششِ ثقل کا مطالعہ کیا ہے ان کے لیے ذرات کی طبیعیات (particle physics) بے فائدہ ہے ۔وہ تو کائنات کی بڑی بڑی

چیزوں (حتیٰ کہ خود کائنات) کا مطالعہ کرتے ہیں اور ذرات جیسی چھوٹی چیزوں پر توجہ نہیں دیتے۔ اضافیت دان مختلف اجلاسوں میں جاتے تھے، مختلف جریدے پڑھتے تھے اور (1980ء کی دہائی سے پہلے) وہ ذرات کے طبیعیات دانوں کے ساتھ سنجیدہ رابطے کی ضرورت محسوس نہیں کرتے تھے۔ اسی طرح ذرات کے طبیعیات دان یہ سمجھتے تھے کہ انھیں بنیادی ذرات کو سمجھنے کی جستجو میں نہ بلیک ہول اور نہ ابتدائی کائنات پر غور کرنے کی کوئی ضرورت ہے۔

ان وجوہات کی بنا پر شیغک (Scherk) اور میں یہ جانتے ہوئے بھی کہ سٹرنگ نظریے کے ریاضیاتی پہلو کششِ ثقل کو ظاہر کر رہے ہیں، ہم دونوں اسے کششِ ثقل کا طبعی نظریہ ماننے کے لیے پہلے سے ذہنی طور پر تیار نہیں تھے۔ ہماری خوش قسمتی ہے کہ چند ہفتوں کے سخت غور و خوض کے بعد ہم اِس تالاب میں کود پڑنے کے لیے تیار ہو گئے۔ چنانچہ شیرک اور میں نے سٹرنگ نظریے کی از سرِ نو تشریح کرتے ہوئے یہ تجویز کیا کہ اسے کششِ ثقل اور دوسری بنیادی قوتوں کو متحد کرنے والا نظریہ قرار دیا جائے۔ یہ نقطۂ نظر کی ایک بہت بڑی تبدیلی تھی جس کی دوسری باتوں کے علاوہ ایک ضرورت یہ تھی کہ کششِ ثقل کی قوت تب صحیح طور پر اخذ ہو گی جب ایک سٹرنگ کا مخصوص سائز تقریباً پلینک (Planck) کی لمبائی یعنی 10^{-33} سنٹی میٹر کے برابر ہو۔ یہ لمبائی اس سے 10^{20} گنا کم ہے جو سٹرنگ کے ذریعے ہیڈرونز کی وضاحت کے لیے استعمال ہوئی تھی جس کا مخصوص سائز تقریباً 10^{-13} سنٹی میٹر ہوتا ہے۔

سپر سٹرنگ نظریہ کی وجہ سے متحدہ نظریے (unified theory) میں کششِ ثقل کی شمولیت کے علاوہ ہمیں ایک اور فائدہ بھی حاصل ہوا۔ کششِ ثقل کے کوانٹم نظریے کے سلسلے میں اس سے پہلے جس قدر تجاویز آئی تھیں اُن میں جب کلاسیکل فارمولوں میں کوانٹم نظریہ پر مبنی تصحیح کرنے کی کوشش کی جاتی تھی تو لامحدود (infinity) قدروں والے بے معنی جواب ملتے تھے۔ ذرات کو نقاط کے طور پر پیش کرنے والے کوانٹم فیلڈ نظریات کے مقابلے میں سٹرنگ نظریات کا کم فاصلے پر طرزِ عمل زیادہ بہتر ہوتا ہے، اس لیے وہ لایعنی جوابات کے مسائل سے دوچار نہیں ہوتے۔

شیغک اور مجھے اس امکان نے بہت پر جوش کر دیا کہ جن مسائل کی وجہ سے دیگر تمام کوششیں ناکام ہو گئی تھیں، سٹرنگ نظریہ ان پر قابو پا کر متحدہ فیلڈ نظریے کا مقدس گریل[vi] (Holy Grail) ثابت ہو سکتا ہے۔ ہم دونوں نے اپنے کام کو سائنس کے مختلف علمی جریدوں میں شائع کروانے کے ساتھ ساتھ کانفرنسوں اور دنیا بھر میں طبیعیات کے شعبوں (departments) میں لیکچر دیئے۔ ہمارے کام کو زیادہ تر خوش دلی سے ہی لیا گیا اور جہاں تک مجھے معلوم ہے کسی نے بھی ہمیں خبطی قرار نہیں دیا۔ اس کے باوجود اگلے دس برسوں تک بہت کم ماہرین نے ہماری تجویز کو سنجیدگی سے لیا۔ ایسے میں ایک ایسے موضوع پر کام کرتے رہنے کے لیے جس میں

دوسروں کو کوئی دلچسپی نہ ہو بڑے مضبوط یقین اور ایمان کی ضرورت ہوتی ہے۔ پھر یہ المیہ ہوا کہ شیغک 1980ء میں انتقال کر گیا۔ اس وقت اس کی عمر صرف پینتیس برس تھی۔ یہ بڑے دکھ کی بات ہے کہ وہ سپر سٹرنگ نظریے کی قبولیت کو دیکھنے کے لیے موجود نہیں تھا اور نہ ہی اس کی مزید ترقی دینے میں اپنا حصہ ڈال سکا۔

1979ء میں مائیکل گرین (Michael Green)(vii) اور میں نے سپر سٹرنگ نظریے کو ترقی دینے کے لیے ایک ٹھوس تعاون کی بنیاد رکھی۔ اس کے بعد ہر سال ہم دریافتیں کرتے اور یہ سوچتے رہے کہ شاید اس دفعہ طبیعیات دان اس نظریے کی اچھائیوں کا یقین کرنے لگیں گے مگر ایسا ہونے میں پانچ سال لگ گئے۔ یہ 1984ء کے موسم گرما کی بات ہے کہ طبیعیات کے ایسپین سنٹر (Aspen Center) میں کام کرتے ہوئے ہم نے یہ معلوم کر لیا کہ سپر سٹرنگ نظریہ کو کیسے ان ظاہری عدم مطابقتوں میں سے نکالا جا سکتا ہے جنھیں بے قاعدگیاں (anomalies) کہا جاتا ہے۔ اس دریافت کے چند ماہ بعد ہی نظریاتی طبیعیات کی تحقیق کے شعبے میں سپر سٹرنگ ایک انتہائی سرگرم تحقیقی موضوع بن گیا اور تب سے ہمیشہ صورتحال یہی رہی ہے۔

حواشی

* **تعارف:** جان ایچ شوارز (John H. Schwarz)، پیدائش 1941ء، امریکی نظریاتی طبیعیات دان ہیں۔ انھیں، یوئی شیرو نامبو (Yoichiro Nambu)، ہولگر نیلسن (Holger Nielsen)، جوئل شیرک (Joël Scherk)، گیبرئیل وینی زیانو (Gabriele Veneziano)، مشیو کاکو (Michio Kaku)، مائیکل گرین (Michael Green)، لیونارڈ سسکنڈ (Leonard Susskind) اور ایڈورڈ وٹن (Edward Witten) کے ساتھ ساتھ سٹرنگ نظریے کا جنم داتا کہا جاتا ہے۔ 1989ء میں انہیں ICTP کا ڈیراک میڈل (Dirac Medal) دیا گیا۔ 2013ء میں شواز اور گرین کو مشترکہ طور پر "بنیادی طبیعیات کا انعام" (جو نوبل انعام کے ہم پلّہ ہے) دیا گیا۔

(i)۔ جیوفری چیو (Geoffrey Chew) امریکا کے نظریاتی طبیعیات دان ہیں اور 1924ء میں پیدا ہوئے تھے۔ ڈیوڈ گراس (David Gross) اور صاحب مضمون اُن کے شاگرد رہے ہیں۔ چیو ایس میٹرکس (S.matrix) اور بوٹ سٹریپ کے اصول (bootstrap theory) کے لیے مشہور ہیں۔

(ii)۔ یوئی شیرو نامبو (Yoichiro Nambu)، جاپانی نژاد امریکی طبیعیات دان ہیں۔ ان کی پیدائش 1921ء کی ہے۔ انھیں 2008ء میں نوبل انعام ملا تھا۔

(iii)۔ یوئیل شیغک (Joël Scherk)، 1946ء-1980ء، فرانسیسی طبیعیات دان تھے۔ جنھوں نے سٹرنگ نظریے اور سُپر کششِ ثقل (Supergravity) پر کام کیا۔ انھوں نے صاحب مضمون کے ساتھ مل کر 1974ء میں یہ ثابت کیا کہ سٹرنگ نظریہ دراصل کوانٹم کشش ثقل کے نظریے کی حیثیت رکھتا ہے۔ 1978ء میں انھوں نے یوجین کریمر (Eugen Kramer) اور بنارڈ جولیا (Bernard Julia) کے ساتھ مل کر گیارہ جہتوں میں سپر کششِ ثقل کے نظام کی تشکیل کی۔ یہ نظریہ، ایم نظریے (M-theory) کی بنیادوں میں سے ایک ہے۔

(iv)۔تھیوڈور کالوزا (Theodor Kaluza)،1954ء۔1855ء،جرمن ریاضی اورطبیعیات دان تھے۔انھوں نے یہ تصور پیش کیا تھا کہ اضافی جہتوں کوشامل کر کے بنیادی قوتوں کومتحد کیا جا سکتا ہے۔مگراس وقت اس پر قطعی توجہ نہیں دی گئی۔ بہت بعد میں ان کا یہ تصور سپرسٹرنگ کے نظریے میں اُجاگر ہوا۔

(v)۔آسکر کلائن(Oscar Klein)،1977ء۔1894ء،سویڈن کے نظریاتی طبیعیات دان تھے۔مشہور کیلوزا-کلائن نظریے کا یہ حصہ خصوصیت کے ساتھ ان سے وابستہ ہے کہ اضافی جہتیں حقیقی ہوسکتی ہیں لیکن ممکن ہے کہ یہ دُہری ہوکر بہت چھوٹی ہوگئی ہوں۔یہی وہ تصور ہے جوسٹرنگ اور ایم نظریے کا لازمی حصہ ہے۔

(vi)۔ہولی گریل(Holy Grail)ایک پلیٹ،ایک پتھر یا ایک پیالے کو کہتے ہیں۔اس کے گرد جو کہانی بنائی گئی ہے اس کا پہلی بار ذکر فرانسیسی شاعر پرسیول(Perceval) کی نظم میں ملتا ہے جو 1181ءاور 1191ء کے دوران لکھی گئی تھی۔اس نظم نے بہت سے ادیبوں کو اپنی طرف متوجہ کیا اور ان میں سے ایک جرمن شاعر ولفران فان ایشن باخ(Wolfran von Eschenbach) بھی تھا۔اس نے اپنی نظم میں گریل کو ایک ایسا پتھر بتایا ہے جو آسمان سے گرا تھا۔پھر اس گریل کو اس پیالے سے جوڑ دیا گیا جسے حضرت عیسیٰ علیہ السلام نے آخری بار استعمال کیا تھا۔

(vii)۔مائیکل بی گرین(Michael B. Green)،1946ء میں پیدا ہوئے. وہ برطانوی طبیعیات دان ہیں۔انھوں نے سٹرنگ نظریے پر اہم کام کیا ہے۔

سائنس کے حوالے سے شخصی آزادی کسی بھی نظام میں ہوسکتی ہے

(Personal Freedom for Science can Exist in any System)

یاکوف جی۔ سینائی*

(Yakov G. Sinai)

پرنسٹن یونیورسٹی، امریکا

(Princeton University, USA)



© Courtesy of Donna J. Vukson, Princeton University

جب میں ہائی سکول کا طالب علم تھا تو میں نے ذہانت کا کوئی خاص مظاہرہ نہیں کیا۔میں نے ریاضی کا کوئی سنجیدہ قومی مقابلہ یا بین الاقوامی مقابلہ (Olympiad) نہیں جیتا۔میری زیادہ دلچسپی کھیلوں، بالخصوص والی بال میں تھی۔ میرے دادا بڑے نامور ریاضی دان تھے ان کا نام کاگن (Kagan)[(i)] تھا اوروہ ماسکو سٹیٹ یونیورسٹی (Moscow State University) میں پروفیسر تھے۔ آج بھی تفرقی جیومیٹری (differential geometry) پرلکھی ہوئی ان کی کتابوں کے حوالے دیئے جاتے ہیں۔ میرا سوتیلا بھائی جی۔آئی۔ بارن بلاٹ (G. I. Barenblatt)[(ii)] اور میں اُن سے اوران کی بیوی یعنی اپنی دادی سے بہت متاثر تھے۔ میں نے جب ہائی سکول کا امتحان پاس کیا تو یہ بالکل واضح نہیں تھا کہ کیا مجھے ریاضی دان بننا چاہیے۔اس وقت میرے دادانے مجھ سے کہا کہ اگرتم ریاضی دان بننا چاہتے ہوتو یہ جان لوکہ ریاضی دان دوسرے لوگوں سے مختلف ہوتے ہیں، وہ دن کے چوبیس گھنٹے اپنے ریاضی کے مسائل کے متعلق سوچتے رہتے ہیں۔ مجھے ان کی یہ بات ہمیشہ یادرہتی ہے اوراب تک اسی پر عمل کرنے کی کوشش کرتا رہاہوں۔

میں بیسویں صدی کے عظیم ریاضی دان کولموگوروف (Kolmogorov)[(ii)] کا شاگرد تھا۔ کولموگوروف (Kolmogorov) ریاضی کے اطلاق میں گہری دلچسپی رکھتے تھے اور چاہتے تھے کہ ان کے گریجویٹ طلبہ اسی قسم کی مختلف تحقیقات میں دلچسپی لیں۔کولموگوروف کئی سال تک ان شماریاتی مسائل پر کام

کرتے رہے جن کا تعلق زمین کی گردش کے محور کی حرکت سے تھا۔ کولموگوروف کے گرد موجود نوجوان اپنے آپ کو صرف ریاضی تک محدود رکھنا چاہتے تھے، اس لیے کولموگوروف کو ان سے شکایت رہتی تھی۔ آج میرے گریجویٹ طالب علموں کی ترجیح یہ ہے کہ وہ کوئی مفید کام کرنے کے بجائے ڈوک لیڈی[iii] (Doklady) کے لیے مضمون لکھیں۔ اس میں کوئی شک نہیں کہ ہمیں اپنے زمانے میں اتنی آزادی ضرور تھی کہ ریاضی میں تحقیق کے حوالے سے ہم جو چاہیں کرسکیں۔ یہ شخصی آزادی کسی بھی سیاسی نظام میں موجود ہوسکتی ہے۔ جب میرے طلبہ کچھ ایسا کام کرتے ہیں جو مجھے پسند نہیں آتا تو میں اپنے زمانے کو یاد کرتے ہوئے اُن پر زیادہ دباؤ نہیں ڈالتا۔

حواشی

* **تعارف:** یاکوف جی۔ سینائی (Yakov G. Sinai)، پیدائش: 1935ء کا شمار انتہائی با اثر ریاضی دانوں میں ہوتا ہے۔ ان کی پیدائش روس کے ایک ایسے خاندان میں ہوئی جو انیسویں صدی سے سائنس کی دنیا میں ایک مستقل کردار ادا کررہا ہے۔ سینائی نے حرکیات اور شماریات کے نظاموں کے درمیان ایک پل تعمیر کرکے ان دونوں نظاموں کو ایک دوسرے سے ملا دیا ہے۔ انہوں نے جدید میٹرک نظریہ (Metric Theory) بھی مرتب کیا ہے۔ انھیں کئی انعامات اور تمغے مل چکے ہیں۔

(i)۔ وینیامین کاگن (Veniamin Kagan)، 1953ء۔1869ء، سوویت یونین اور روس کے نامور ریاضی دان تھے۔ جیومیٹری پر ان کے سو سے زیادہ مضامین موجود ہیں۔ وہ ماسکو کی سٹیٹ یونیورسٹی سے وابستہ رہے ہیں۔

(ii)۔ گریگوری آئی۔ بارن بلاٹ (G. I. Barenblatt) دیکھئے صفحہ نمبر 42۔

آندرے کولموگوروف (Andrey Kolmogorov) 1987ء۔1903ء سوویت یونین کے عظیم ریاضی دان ہوئے ہیں وہ جدید ریاضی کے ابتدائی دور میں ہونے والے مختلف النوع موضوعات پر تحقیق کرتے رہے ہیں۔ خصوصاً امکانیت (Probability) کے نظریہ پر اُن کا کام نمایاں اہمیت رکھتا ہے۔

(iii)۔ ڈوک لیڈی (Doklady) ریاضی کا مستند روسی جریدہ ہے۔

سائنس میں محنت ہے مگر اکتاہٹ نہیں

(Doing Science is Demanding but Never Boring)

میکسین ایف۔ سنگر*

(Maxine F. Singer)

کارنیگی انسٹی ٹیوشن، واشنگٹن، امریکا

(Carnegie Institution of Washington, USA)



© Courtesy of the Carnegie Foundation

ہر سائنسدان ایک منفرد انداز میں اپنے سائنسی لگاؤ کا ادراک حاصل کرتا ہے۔ بہت سے لوگوں کے لیے یہ ان اساتذہ کے طفیل ہوتا ہے، جن کی شخصیت پُر تاثیر ہوتی ہے۔ میرے حصّے میں بھی نیویارک سٹی کے پبلک سکولوں میں چند حیرت انگیز اساتذہ آئے۔ 1930ء اور 1940ء کی دہائی کے حالات ایسے تھے، کہ وہ لوگ جو سائنسدان اور دانشور بن سکتے تھے انھیں سکولوں میں تعلیم دینے کا پیشہ اختیار کرنا پڑا، کیونکہ یہ وہ دور تھا جب عظیم اقتصادی بحران کی وجہ سے ملازمت ملنا بہت مشکل ہو گیا تھا اور یونیورسٹیاں خواتین یا یہودی دانشوروں کو اپنے تدریسی عملے میں شاذ و نادر ہی ملازم رکھتی تھیں۔ اس گزرے ہوئے زمانے کو پچپن سال سے زائد مدت ہو چکی ہے، لیکن مجھے اپنے سائنس کے ممتاز اساتذہ کے نام اور ان کے چہرے آج بھی یاد ہیں۔ ہائی سکول کے میرے کیمیا کے اُستاد کیمیائی عمل کی تدریس اس طرح کرتے تھے کہ وہ اس حیاتیات (biology) سے جو ہم سیکھ رہے تھے زیادہ جیتا جاگتا اور دلچسپ معلوم ہوتا تھا۔ شہر سے آئے ہوئے ایک بچے کو جس کا فطرت سے متعلق تجربہ محدود تھا، حیاتیات بڑی حد تک ایک بیانیہ مضمون لگتا تھا۔ اس لیے میں نے فیصلہ کیا کہ میں کالج میں کیمیا پر توجہ دوں گی۔

1948ء میں ہائی سکول پاس کرنے کے بعد میں نے مخلوط تعلیم کے سوارتھ مور کالج (Swarthmore College) میں داخلہ لینے کا فیصلہ کیا۔ اپنی زندگی کا ساتھی چننے سے ہٹ کر شاید میری زندگی کا یہ سب سے اہم فیصلہ تھا۔ میرے والدین نے چونکہ کالج کی تعلیم حاصل نہیں کی تھی، اس لیے انھوں نے یہ فیصلہ مجھ پر چھوڑ دیا

تھا۔سوارتھ مور(Swarthmore) بڑا پرسکون، سرسبز دیہاتی علاقہ اور شہر کی ان مصروف سڑکوں سے بہت مختلف ہے جہاں میں پلی بڑھی ہوں۔ یوں معلوم ہوتا تھا کہ یہ جگہ رہنے اور پڑھائی کرنے کے لیے انتہائی موزوں ہے، اور حقیقت میں ایسا ہی تھا۔ کالج سے ملنے والے وظیفے نے میرے لیے یہاں داخلہ ممکن بنا دیا۔ بہت ساری کیمسٹری کے ساتھ ساتھ یہاں میں نے بہت سی ریاضی اور حیاتیات کے مضامین بھی پڑھے اور ان کے علاوہ تاریخ، فلسفے، انگریزی ادب اور غیر ملکی زبانوں کا مطالعہ بھی کیا۔ جس وقت میں نے 1952ء میں گریجویشن کی، اس وقت تک مجھے احساس ہو چکا تھا کہ حیاتیاتی کیمیا (biochemistry) نے ان طریقوں کو منکشف کرنا شروع کر دیا ہے، جو قدرتی حیات میں چکرا دینے والے مگر مسحور کُن تنوع (diversity) کا باعث ہیں۔

رسمی تعلیم کے ساتھ سوارتھ مور میں پڑھائی کے تجربہ نے نہ صرف مجھے سائنسی برادری میں شامل ہونے کے لیے تیار کیا بلکہ اس لائق بھی بنایا کہ میں سائنس دان کے طور پر اپنی حیثیت برقرار رکھ سکوں۔ یہ بات حیران کن لگے گی کہ 1950ء میں سوارتھ مور (Swarthmore) کے ماحول میں ایک نوجوان خاتون ایسے انداز فکر کو حاصل کر سکتی تھی جو ایک سائنسی زندگی گذارنے کے لیے موزوں تھا۔ کالج کے اس ماحول کی جڑیں انیسویں صدی کے امریکی درمیانی طبقہ سے جڑی تھیں جبکہ اس کی مذہبی روایات سوسائٹی آف فرینڈز [(i)] سے متاثر تھیں اور انداز تعلیم ایسا تھا جس سے ذہن کو جلا ملتی تھی۔ لیکن یہ حقیقت ہے کہ سوارتھ مور کالج میں ہی میں نے روایتی سوچ کو شک وشبہ سے دیکھنا شروع کر دیا تھا اور سنی سنائی بات کو آزادانہ طور پر سوچنے اور اس کا تجزیہ کرنے کی صلاحیت حاصل کر لی تھی۔ یہیں پر میں نے اساتذہ کی تنقید کا سامنا کرنا بھی سیکھا اور یوں میری خود اعتمادی میں اضافہ ہوا۔ سب سے اہم بات یہ کہ سوارتھ مور کالج نے ہمیں ایک پناہ گاہ مہیا کی جبکہ اُس وقت کالج سے باہر کی دنیا میں خواتین سائنسدانوں کے لئے کوئی جگہ نہیں تھی۔

1952ء کے موسم خزاں میں، میں اکیس سال کی ہو چکی تھی اور میں نے نئی نئی شادی کی تھی۔ تبھی میں نے جامعہ ژیل (Yale University) کے گریجویٹ سکول میں حیاتیاتی کیمیا کے شعبہ میں داخلہ لیا۔ یہ ایک اور بخت آور فیصلہ تھا۔ اس شعبہ کے صدر اور میرے مقالے کے نگران پروفیسر جوزف ایس فروٹن [(ii)] (Joseph S. Fruton) تھے۔ وہ مردوں اور خواتین طلبہ کو یکساں اہمیت دیتے تھے۔ میرے مقالے کا موضوع پروٹین فاسفیٹیز (protein phosphatase) کی اوّلین تحقیقات میں سے ایک تھا۔ پروفیسر فروٹن نے مجھے یہ غیر معمولی طور پر مفید مشورہ دیا، کہ میں ڈاکٹریٹ کرنے کے بعد کی تحقیق واشنگٹن DC کے باہر واقع قومی ادارہ صحت (National Institute of Health) میں ڈاکٹر لیون اے ہیپل (Dr. Leon A. Heppel) کے ساتھ کروں۔ 1956ء کے اس دور میں ہیپل اُن چند حیاتیاتی کیمیا دانوں میں سے ایک تھے جو آر این اے (RNA)

یعنی پولی رائبو نیوکلیوٹائیڈ (polyribonucleotide) پر کام کر رہے تھے۔ اُس وقت صرف تین سال پہلے ڈی این اے (DNA) کے ڈھانچے میں سالموں کی دُہری لڑی (double helix) کی وضاحت کی جا چکی تھی اور یوں نیو کلیئک تیزاب (nucleic acid) کی کیمیا اور خامریات (enzymology) اس حیثیت میں آ گئے تھے کہ وہ ایک اہم شعبے میں ڈھل جائیں۔

ہیپل (Heppel) ان پولی رائبو نیوکلیوٹائیڈز (polyribonucleotides) کا تجزیہ کرنے میں شدید منہمک تھے جو پولی نیوکلیوٹائیڈ فاسفوری لیز (polynucleotide phosphorylase) (جسے عام طور پر پی این پیز (PNPase) کہا جاتا ہے) کے نیوکلیوسائیڈ'5 ڈائی فاسفیٹس (nucleoside-5' diphosphates) سے تعامل کے ذریعے تیار کیے گئے تھے۔ انہیں دو ہی سال پہلے میری این گرنبرگ- منا گو[iii] (marianne Grunberg-Manago) اور سویرو اوچوا[iv] (Severo Ochoa) نے بیکٹیریا (bacteria) میں دریافت کیا تھا۔ تقریباً اُسی وقت ایک دوسرا خامرہ ڈی این اے پولی مریز-I (DNA polymerase-I) آرتھر کورن برگ[v] (Arthur Kornberg) اور اس کے ساتھیوں نے دریافت کیا اور سب سے پہلے انہیں دونوں خامرات (enzymes) کے بارے میں معلوم ہوا کہ یہ پولی نیوکلیوٹائیڈز (polynuclestide) کی تشکیل میں عمل انگیزی (catalysis) کا کردار ادا کرتے ہیں۔ ان دریافتوں سے حیاتیات کے ایک نئے دور کا آغاز ہوا جس نے حیاتیاتی کیمیادانوں اور جینیاتی ماہرین کو ایک دوسرے کے قریب کر دیا۔ اگر چہ بعد میں پتہ چلا کہ آر این اے (RNA) کی تشکیل میں پی این پیز (PNPase) کا کوئی کردار نہیں اور ڈی این اے پولی مریز-I (DNA Polymerase-I) وہ کلیدی خامرہ نہیں ہے جو ڈی این اے (DNA) میں سالموں کی تکرار (replication) کا باعث ہوتا ہے۔

ہیپل (Hippel) کی تجربہ گاہ میں اور اس کے بعد دس سال تک جب قومی ادارہ صحت میں میری اپنی تجربہ گاہ تھی ، میرے کام کا تعلق کیمیائی تعامل کے اُس طرزِ عمل کو سمجھنے سے تھا جس میں پی این پیز (PNPase) اور ربو نیوکلیز (ribonuclease) عمل انگیز کا کردار ادا کرتے ہیں۔ بہت سے پوسٹ ڈاکٹریٹ طلبہ کے ساتھ مل کر ہم نے خامراتی عمل انگیزی (enzyme-catalyzed) سے ہونے والی پولی مرائیزیشن (polymerization) اور ڈی پولی مرائیزیشن (depolymerization) کے تعامل میں پروسیسویٹی کے طریق کار (processivity) کی وضاحت کی۔ یہ طرزِ عمل کافی عام ہے۔ اس طریق کار والے تعامل میں خامرہ پولی نیوکلوٹائیڈ (polynucleotide) کے ساتھ اُس دوران پیوستہ رہتا ہے جب نیوکلیوٹائیڈز (nuclestides) میں سالموں کی سلسلہ وار شمولیت یا علیحدگی ہو رہی ہوتی ہے، بجائے اس کے کہ ہر قدم پر خامرے کا اخراج ہو جائے۔ پھر وہ پرجوش مرحلہ آیا، جب مارشل نیرنبرگ[vi] (Marshall

Nirenberg) اور ہائنرک متھائی[vii] (Heinrich Matthei) نے ہمارے پولیمر کے ذخیرہ کو استعمال کرتے ہوئے ڈرامائی تجربے کیے اور فینائل ایلانین (Phenylalanine) کی جینیاتی رمز (genetic code) کی پوری طرح وضاحت کی۔ 1961ء کے موسم بہار تک ہم میں سے زیادہ تر لوگ ان دوسرے کوڈونز (Codons) کی تلاش کے لیے پہلے اضافی پولی رائبونیوکلیو ٹائیڈ اور پھر ٹرائی نیوکلیو ٹائیڈز (Trinucleotides) کی تالیف (Synthesise) میں لگے رہے۔

1970ء تک میں معمول کے کاموں سے ہٹ کر کچھ مختلف کرنے کے لیے تیار ہو چکی تھی۔ مجھے جانوروں کے جرثوموں کا شعبہ اپنے لیے ایک چیلنج لگا جس میں پولی نیوکلیوٹائیڈ سے متعلق میرا تجربہ بہت کارآمد ہوسکتا تھا۔ 1971ء کے موسم گرما میں، میں اپنے شوہر اور چار بچوں کے ساتھ اسرائیل چلی گئی۔ وہاں سائنس کے وائزمان ادارے (Weizmann Institute of Science) میں، میں نے جرثوموں کے معروف ماہر پروفیسر ارنسٹ ونوکور (Ernest Winocour) اور ان کے طلبہ سے سیمیان جرثومہ 40 (simian virus 40) جسے عام طور پر ایس وی 40 (SV40) کہتے ہیں، کے متعلق سیکھنا شروع کیا، اور اس میں میری سبعاتی چھٹیوں کا ایک سال (sabbatical year) لگ گیا۔ جب میں یہاں کام کر رہی تھی اُن دنوں حال ہی میں بندشی اینڈونیوکلیز (restriction endonuclease) کی خواص شناسی (characterization) ہو چکی تھی۔ ہم نے انہیں ایس وی-40 (SV-40) جینوم کے نقائص کے مطالعہ کے لیے استعمال کیا۔ یہ جینوم، جس میں ڈی این اے کے دہرائے جانے والے سلسلے (repeated DNA sequences) موجود تھے، ایک بندر کے خلیوں سے لیے گئے تھے۔ جب میں قومی ادارۂ صحت (NIH) واپس پہنچی تو ڈی این اے کے تکراری سلسلے (repeated sequence) بذات خود میری توجہ کا مرکز بن چکے تھے۔ ہمارے مطالعہ کے نتیجہ میں حیوان اعلیٰ (primate) کے کروموسومز (chromosomes) کے سینٹرومیئرز (centromeres) میں موجود ڈی این اے کے تکراری حصّوں کی ترتیب معلوم ہوئی۔ ان حصّوں کو ایلفا سیٹلائیٹ (α-satellite) کہا جاتا ہے۔

1970ء کی دہائی کے اواخر تک ہمیں ان تکراری سلسلوں کے بارے میں اتنا کچھ معلوم ہو چکا تھا جس کا چند سال پہلے تک ہم تصور بھی نہیں کر سکتے تھے اور اس کی وجہ کلوننگ (cloning) اور ڈی این اے کے سلسلوں (DNA sequence) کا علم تھا۔ ایسے میں سب سے زیادہ ولولہ انگیز یہ دریافت تھی، کہ انسان کے جینوم (genome) میں ڈی این اے کا وہ ٹکڑا جو سب سے زیادہ دہرایا گیا ہے اسے منتقل (transposable) کیا جاسکتا ہے۔ جب میں نے 1990ء کی دہائی کے وسط میں اپنی تجربہ گاہ بند کی، اس وقت ہم یہ مطالعہ کر رہے تھے کہ یہ ٹکڑا جسے لائن اوّل (LINE-1) کا نام دیا گیا تھا، کس طرح اپنی نقل تیار کرتا، اور جینوم کی کسی نئی جگہ میں کیسے

داخل ہوتا ہے۔

سائنسی تحقیق بہت محنت طلب کام ہے۔اس میں بعض اوقات انسان کو بڑے مایوس کن لمحات سے گزرنا پڑتا ہے لیکن اس مایوسی کا افزوں تر ازالہ فطرت کو سمجھنے کے تجسس سے ہو جاتا ہے۔اور پھر وہ غیر معمولی لمحات بھی آتے ہیں جب ایک تجربہ کوئی نئی اور غیر متوقع بات کھول کر سامنے لے آتا ہے۔جب میں نے ہائی سکول میں داخلہ لیا تھا، تب سے اب تک ساٹھ برس ہو چکے ہیں، اور مجھے کوئی ایسا لمحہ یاد نہیں، جب میں اس عمل سے اُکتائی ہوں۔

حواشی

* **تعارف:** میکسین فرانک سنگر(Maxine F. Singer)، پیدائش 1931ء سالماتی حیاتیات کی امریکی ماہر اور سائنسی امور کی معروف ناظم ہیں۔ان کی نمایاں تحقیقات میں جینیاتی رمز (genetic code) کی دریافت مین حصّہ لینا شامل ہے۔انہوں نے ایک جاندار کی جین دوسرے جاندار کو لگانے کی تحقیق میں حصّہ لیا لیکن اس عمل کے خطرات سے آگاہی کے لیے سائنسی مباحثوں کا اہتمام بھی کیا۔

(i)۔ سوسائٹی آف فرینڈز کے نام سے عیسائی فرقہ 1654ء برطانیہ میں جارج فاکس (George Fox) نے قائم کیا تھا۔ یہ لوگ خدا اور بائبل کو مانتے ہیں۔ان کا ایمان ہے کہ چرچ اور پادری کے بغیر بھی اندر کی روشنی کو جگایا جا سکتا ہے اس فرقہ کے پیروکار 'Quakers' بھی کہلاتے ہیں۔

(ii)۔ جوزف سٹیوارٹ فروٹن(Joseph S.Fruton)، 2007ء۔1912ء، پولش نژاد امریکی حیاتیاتی کیمیادان اور سائنس کے تاریخ دان تھے۔

(iii)۔میری این گرنبرگ- مناگو(Marianne Grunberg-Manago) روسی نژاد فرانسیسی حیاتی کیمیا دان ہیں۔1921ء میں پیدا ہوئیں اور انھوں نے سویرو اوچوا(Severo Ochoa) کے ساتھ کام کرتے ہوئے 1955ء میں پی این پیز (PNPase) کو دریافت کیا تھا۔اسے گرنبرگ مناگو(Grunberg-Manago) خامرہ بھی کہتے ہیں۔

(iv)۔سویرو اوچوا (Severo Ochoa)، 1993ء۔1905ء، ہسپین نژاد امریکی حیاتیاتی کیمیا دان تھے۔ انھوں نے آر این اے(RNA) کی تالیف(synthesis) پر آرتھر کورن برگ کے ساتھ 1959ء کا نوبل انعام حاصل کیا تھا۔

(v)۔ آرتھر کورن برگ(Arthur Kornberg)، 2007ء۔1918ء، امریکا کے حیاتیاتی کیمیا دان تھے۔ انھوں نے ڈی این اے(DNA) کی حیاتیاتی تالیف کے طریقہ کار دریافت کیا تھا جس پر انھیں سویرو اوچوا کے ساتھ 1959ء میں نوبل انعام ملا تھا۔

(vi)۔ مارشل نیرنبرگ(Marshall Nirenberg)، 2010ء۔1927ء، جینز اور حیاتیاتی کیمیا کے امریکی ماہر تھے انھوں نے جینز کے رمز (code) کو توڑا اور واضح کیا کہ یہ کس طرح پروٹین کے اجزائے ترکیبی بنانے میں کام آتا ہے۔اس پر انھیں ہر گوبند کھرانا(Har Gobind Khorana) اور رابرٹ ہولی(Robert W. Holley) کے ساتھ 1968ء میں نوبل انعام ملا۔

(vii)۔ہائنرک میتھائی(Heinrich Matthei)1929ء میں پیدا ہوئے۔انھوں نے مارشل نیرنبرگ کی لیبارٹری میں 1961ء میں جینز کی رمز کشائی(decoding) میں حصّہ لیا تھا۔

شروع میں معمولی، بعد میں شاندار

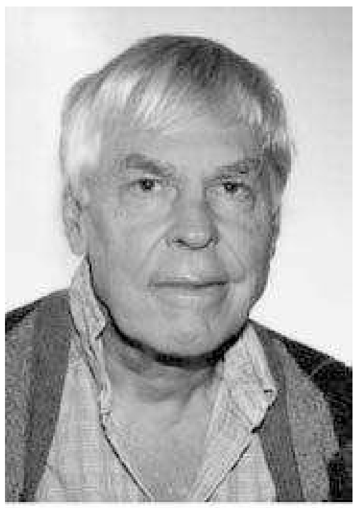
(Initially Marginal, Superb Later)

سٹیفن سمیل*

(Stephen Smale)

سٹی یونیورسٹی آف ہانگ کانگ

(City University of Hong Kong)



© Courtesy of Stephen Smale

سٹیفن سمیل (Stephen Smale) ہمیشہ سے ایک نمایاں طالب علم نہیں تھا۔ جب وہ مشی گن (Michigan) میں ریاضی کا انڈر گریجویٹ طالب علم تھا تو اس کا زیادہ تر وقت دوسری سرگرمیوں میں، خاص طور پر کیمپس کی سیاست اور سیاحت میں صرف ہوتا تھا۔ یہاں تک کہ جب وہ گریجویشن کے دوسرے سمیسٹر میں تھا تو سمیل (Smale) نے دو مضامین کا امتحان نہیں دیا اور ایک میں اسے سی گریڈ ملا۔ اس مرحلے پر شعبے کے چیئرمین ٹی ایچ ہلڈے برانٹ (T. H. Hildebrandt) نے اسے یہ بتانا ضروری سمجھا کہ اگر اس نے گریجویٹ کی تعلیم جاری رکھنی ہے تو اسے اپنے گریڈ بہتر کرنا ہوں گے۔ گریجویشن کے بعد سمیل جب پہلی ملازمت کی تلاش میں تھا تو ہلڈے برانٹ (Hildebrandt) نے اس کے سرٹیفیکیٹ میں لکھا کہ سمیل ایک ''معمولی سطح کا اور کمتر گریڈ حاصل کرنے والا گریجویٹ طالب علم تھا''۔

انڈر گریجویٹ کے پہلے سال میں سمیل کی خوش قسمتی تھی کہ درجہ بندی کا امتحان دینے کے بعد اسے ایک چھوٹی سی کلاس میں بھیج دیا گیا جس کا انسٹرکٹر باب تھرال (Bob Thrall) جیسا نوجوان اور غیر معمولی استاد تھا۔ سمیل انھیں اپنے ''پہلے ناقابلِ فراموش'' استاد کی حیثیت سے یاد کرتا ہے۔ سمیل کے مقالے کے مشیر رال بوٹ (Raul Bott) تھے جو اُس وقت بہت معروف تو نہیں تھے مگر انھوں نے سمیل کو حل کرنے کے لیے ریاضی کا ایک بہترین مسئلہ دیا۔ سمیل ان کا سب سے پہلا پی ایچ ڈی سٹوڈنٹ تھا۔ انھوں نے سمیل کو ریاضی کا جو مسئلہ تجویز کیا وہ زیادہ مشکل نہیں تھا، لیکن آئندہ ہونے والے تخلیقی کام کیلئے بنیاد مہیا کر گیا۔ اس کے کچھ ہی

عرصہ بعد سمیل نے وجدان کے برعکس یہ مشہور ریاضیاتی مسئلہ ثابت کیا کہ مکانی سہ جہتی (R3) میں ایک کرہ (2-sphere) کی اندرونی سطح کو اندر سے باہر کی طرف نکالا جا سکتا ہے۔ اس کے بعد چیزوں کی سطح کو الٹنے کے علم نے بہت ترقی کی اور ٹوپالوجی[(i)] (toplogy) کو علم ریاضی میں نمایاں اور مرکزی مقام حاصل ہو گیا۔

ریاضی، سائنس یا انجینئرنگ میں ایسا بہت کم ہوتا ہے کہ کسی شخص کو اپنا بنیادی موضوع چھوڑ کر کسی دوسرے ذیلی موضوع کو اختیار کرنے کے بعد کامیابی کے دروازے کھلے ملے ہوں۔ سمیل نے اپنے لیے خود ایسے دروازے کھولے۔ اس نے اصل مضمون ٹوپالوجی (Topology) کو چھوڑ کر حرکیاتی نظاموں (dynamical systems) کا رخ کیا اور یہاں اس نے یہ دریافت کیا کہ ایک بے نظمی (chaos) والے نظام سے ایک مستحکم نظام کیسے جنم لیتا ہے، اس کا نام ''نعل'' (horseshoe) رکھا گیا۔ اس کے کچھ عرصہ بعد اس نے پوآں کاغے[(ii)] (Poincare) کے کلاسیکی مفروضے کا تجزیہ کرنے کی ٹھانی جس کا حل محض چار جہتوں تک محدود تھا۔ سمیل نے ایسے حل کا ثبوت پیش کیا جو چار سے زیادہ جہتوں کیلئے بھی کارآمد تھا اور اسطرح جہتوں کے حصار (dimension barrier) کو توڑ ڈالا۔

مختصر یہ کہ سمیل کو بحیثیت ایک نوجوان ریاضی دان کے چند اچھے استاد ملنے کے ساتھ ساتھ ایسے سوالات مل گئے جن کے حل اُس کی پہنچ میں تھے۔ ان دونوں باتوں نے اسے اس قابل بنا دیا کہ اپنے مضمون میں ایسی عظیم پیشرفتیں کر سکے جو اُس نے کیں۔

حواشی

* **تعارف:** سٹیفن سمیل (Stephen Smale)، پیدائش: 1930ء امریکی ریاضی دان ہیں۔ انھوں نے تیس سال سے زیادہ مدت تک کیلی فورنیا یونیورسٹی برکلے میں پڑھایا ہے۔ انھوں نے ٹوپالوجی (Topology) اور حرکیاتی نظاموں (Dynamical Systems) ریاضیاتی معیشیات (Mathematical Economics) میں بہت اہم کام کیے ہیں۔ 1966ء میں انہیں ریاضی کا فیلڈز میڈل (Fields Medal) دیا گیا۔

(i)۔ ٹوپالوجی (topology)۔ دیکھیئے صفحہ نمبر 165۔

(ii)۔ آں غی پوآں کاغے (Henri Poincaré)، دیکھیئے صفحہ نمبر 380۔

سائنس کی قابل قدر رہنمائی

(Science Offers an Important Input)

سُوزن سَالومَن*

(Susan Solomon)

نیشنل اوشیانک اینڈ ایٹماسفیئر ایڈمنسٹریشن، امریکا

(National Oceanic and Atmosphere Administration, USA)



© Courtesy of Carlye Calvin

میں نے اپنی زندگی کا سفر شکاگو(Chicago) سے شروع کیااور ٹیلی ویژن پر یاک کوستو[i] (Jacques Cousteau) کی زیرِ سمندر مہمات دیکھ دیکھ کر مجھے سائنس سے لگاؤ ہو گیا۔ ہائی سکول میں میرا یہ اعتماد کہ میرا سائنس کا انتخاب درست ہے، اس وقت بہت بڑھ گیا جب میں نے خوش قسمتی سے قومی سطح پر منعقد ہونے والے سائنسی میلے میں تیسری پوزیشن حاصل کی۔ اس میلے کے لیے میرا پراجیکٹ گیسوں کے مرکب میں آکسیجن کی مقدار کی پیائش کرنا تھا۔ شکاگو میں الینائے انسٹیٹوٹ آف ٹیکنالوجی(Illinois Institute of Technology) کے انڈر گریجویٹ سکول میں کیمیا کی تعلیم کے دوران میں یہ جان کر مسحور ہوگئی کہ سیارہ مشتری کی فضا میں ہونے والے کیمیائی عوامل کے بارے میں تحقیقی کام کیا جا رہا ہے۔ یہی وہ وقت تھا جب میں نے ٹیسٹ ٹیوب میں کیمیا کے تجربات کو چھوڑ کر سیاروں کی کیمیا کا مطالعہ کرنے کا راستہ اختیار کیا۔ الینائے انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی سے تعلیم مکمل کرنے کے بعد میں نے کیلیفورنیا یونیورسٹی برکلے (California University, Berkeley) کے کیمیا کے گریجویٹ سکول میں داخلہ لے لیا۔ ڈاکٹریٹ کے لیے میرا مقالہ سیارے کی کیمیا تھا اور یہ سیارہ مشتری نہیں بلکہ زمین تھی۔ میں نے کیمیا میں 1981ء میں ڈاکٹریٹ مکمل کر لی۔

زمین کے گرد موجود اوزون کی پرت میں سوراخ[i](ozone hole) کی دریافت سے پہلے میری توجہ فضا کو سمجھنے کے کچھ ایسے پہلوؤں پر مرکوز تھی جنھیں آپ غیر معروف(esoteric) کہہ سکتے ہیں۔ اس وقت میں قدرتی عوامل کے (جن میں قطبی روشنیاں بھی شامل تھیں) کُرۂ باد[ii] میں میزوسفیئر (mesosphere)

تھرموسفیئر (thermosphere) اور سٹراٹوسفیئر (stratosphere) کی کیمسٹری پر اثرات کا مطالعہ کررہی تھی۔تب اوزون کے سوراخ کی دریافت ہوگئی اوراس نے ہرایک چیز کو بدل کرر کھ دیا۔البتہ اس مشاہدے سے میرا تجسس بیدار ہوااور میں میزوسفیئر یا تھرموسفیئر پر جو کام کررہی تھی اس کی مناسبت سے مجھے سب سے پہلا خیال یہ آیا کہ کیا شمسی پروٹونوں (solar protons) کی وجہ سے پیدا ہونے والی متعامل نائٹروجن (reactive nitrogen) اس کی ذمہ دار ہوسکتی ہے۔تاہم میں نے خود ہی اپنے آپ کو یہ باور کرادیا کہ یہ مفروضہ حاصل ہونے والے اعدادوشمار پر پورا نہیں اُترتا۔اب سوال یہ تھا کہ اگر ایسا نہیں ہے تو یہ اثرات کیوں مرتب ہورہے ہیں۔میں نے غور کیا کہ کیا قطبی سٹراٹوسفیئر کے بادلوں کی سطح پر ہونے والے تعامل اس کی وجہ ہوسکتے ہیں؟اس وقت قطبی سٹراٹوسفیئر کے بادلوں کی مصنوعی سیارے کے ذریعے لی گئی پیمائشیں موجود تھیں اور ان پیمائشوں کو کسی باقاعدہ اہم موضوع کا حصّہ نہیں بلکہ محض تجسس کے طور پر لیا گیا تھا۔قطب جنوبی (Antarctic) کے اوپر اوزون میں ہونے والی تبدیلیاں قطب شمالی (Arctic) میں محسوس نہیں کی گئی تھیں۔ قطب جنوبی حقیقی معنوں میں دنیا کی سردترین جگہ ہے جس کی وجہ سے وہاں کم سرد قطب شمالی کی نسبت کہیں زیادہ بادل بنتے ہیں۔کسی کو اس بات کی توقع نہیں تھی کہ کلورین (chlorine) کی وجہ سے سطح زمین پر ہونے والے کیمیائی تعامل سٹراٹوسفیئر کو اس درجے تک متاثر کرسکتے ہیں لیکن میں نے ان طریقوں کے متعلق سوچنا شروع کردیا تھا جن کے ذریعے ان بادلوں پر کلورین کے ایسے اثرات مرتب ہوسکتے ہیں جن کے نتیجے میں اوزون کم ہوسکتی ہے۔چنانچہ میں نے سائنسی جریدے ''نیچر'' میں ایک مضمون[21] لکھا جس میں یہ خیال ظاہر کیا گیا تھا کہ یہ صورت حال قطبی سٹراٹوسفیئر کے بادلوں کی سطح پر ہائیڈروکلورک ایسڈ (hydrochloric acid) اور کلورین نائٹریٹ (chlorine nitrate) کے درمیان تعامل کا نتیجہ ہوسکتی ہے۔گیس کی حالت میں یہ تعامل نہیں ہوتا لیکن بادلوں کی سطح پر تیزاب کی موجودگی میں یہ تعامل آسانی سے شروع ہوجاتا ہے۔تب اس کے ساتھ کلورین نائٹریٹ آجاتی ہے اوراس کے آنے سے بالکل مختلف حالت میں تعامل شروع ہوجاتا ہے جو حیرت انگیز حدتک تیز ہوتا ہے۔اوزون کی کمی کے متعلق میرا یہ نظریہ درست ثابت ہوا۔

میں اس کے ساتھ اس مسئلے کے مشاہداتی پہلو میں بھی شامل رہی، کیونکہ میں نے بہت زور دے کر یہ دلیل پیش کی تھی کہ یہ معلوم کرنے کے لیے کہ کیا ہورہا ہے،ہمیں لازماً قطب جنوبی جانا اور وہاں کچھ پیمائشیں کرنی چاہئیں۔اوزون میں کمی کو دیکھنا ایک بات ہے اوران کیمیائی مادوں کی پیمائش کرنا جو اوزون پر اثر انداز ہورہے ہیں اور سائنس کی بنیاد پر یہ بتانا کہ یہ تبدیلی کیوں ہورہی ہے، دوسری بات ہے۔اس لیے میں نے یہ

---

21. Solmon, S., R.R. Garcia, F.S. Rowland and D.J.Wuebbles, On the depletion of Antarctic ozone, *Nature 321, 755-758,1986*.

تجویز پیش کی کہ فضا سے طیاروں کے ذریعے مطالعے کے بجائے ایک ٹیم قطب جنوبی جا کر وہاں زمین سے صورت حال کا مطالعہ کرے۔ یہ میری خوش قسمتی تھی کہ میں نے پہلے 1986ء اور پھر 1987ء میں اُن ٹیموں کی قیادت کی جو وہاں گئی تھیں۔ ہم نے اپنا کام قطب جنوبی کے میک مرڈو سٹیشن[iii] (McMurdo Station) میں کیا۔ وہاں دوسری باتوں کے علاوہ ہم نے یہ پیائش بھی کی کہ منجمد قطب جنوبی کے اوپر ہوا، طویل قطبی رات کی چاندنی کو کیسے جذب کرتی ہے۔ یہ میری خوش قسمتی تھی کہ ایرونومی لیبارٹری (Aeronomy Laboratory) کے میرے دو ساتھیوں نے ایک اعلیٰ قسم کا انتہائی حساس آلہ ڈیزائن کر کے تیار کر لیا تھا جس کے ذریعے آنے والی روشنی کے طیف (spectrum) میں نظر آنے والے حصے کی مقدار کی پیائش کی جا سکتی تھی۔ اس سے ہم نہ صرف اوزون کی پیائش کر سکتے تھے بلکہ دو انتہائی اہم کیمیائی مادوں نائٹروجن ڈائی آکسائیڈ اور کلورین ڈائی آکسائیڈ کی بھی پیائش کر سکتے تھے۔ ان پیائشوں سے پتا چلا کہ قطب جنوبی میں کلورین ڈائی آکسائیڈ بہت بھاری مقدار میں موجود ہے۔ اس سے میں نے یہ اندازہ قائم کیا کہ ان بادلوں میں تعامل کے بغیر اس کی موجودگی ممکن نہیں ہو سکتی۔ چنانچہ ہم نے سب سے پہلے چند ایسی پیائشیں کیں جن سے یہ معلوم ہو گیا کہ اوزون سوراخ کے بننے کی وجہ کیا ہے۔

قطب جنوبی میں تین ماہ تک رہنا میری زندگی کا انتہائی ولولہ انگیز، چیلنج سے بھرپور اور شاندار تجربہ تھا۔ جب طیارے کا دروازہ کھلا اور منفی چالیس درجے سینٹی گریڈ کی سرد ہوا نے لپک کر چہرے پر ضرب لگائی تو یوں معلوم ہوا جیسے ہم کسی دوسرے سیارے پر آ گئے ہیں۔ اس سے پہلے میں نے کبھی ایسی ان چھوئی فطری خوبصورتی کو نہیں دیکھا تھا۔ وہاں قطب جنوبی پر شفق جیسی پھیلی ہوئی روشنی اور اس میں ارغوانی اور نیلے رنگوں کی شدت نے ایک حیرت کدہ تعمیر کر دیا تھا۔ قطب جنوبی پر اسٹراٹوسفیئر کے بادل، وہی بادل جنھوں نے اوزون کی کمی کو ممکن بنایا تھا، نگاہوں کو بہت بھلے لگتے ہیں۔ وہ چھوٹی سی معلق قوس قزح کی طرح دکھائی دیتے ہیں۔ یہ میرے لیے بڑے اعزاز کی بات ہے کہ قطب جنوبی کی ان مہمات کی قیادت کرنے پر 1994ء میں میرے نام پر سالومن گلیشیر (Solomon Glacier) ('23°78 جنوب، '30°162 مشرق) اور سالومن سیڈل (Solomon Saddle) ('23°78 جنوب '39°162 مشرق) کے نام رکھے گئے۔ میں اس وقت ہکا بکا رہ گئی جب مجھے قطب جنوبی کے اوپر اوزون میں سوراخ کی وجوہات کو بھانپ لینے اور وضاحت کرنے پر امریکا کا سائنس کا قومی میڈل (National Medal of Science) دیا گیا جو کسی امریکی سائنسدان کو دیا جانے والا اعلیٰ ترین اعزاز ہے۔

مجھے جن دوسرے موضوعات کا مطالعہ کرنے میں مزہ آیا ان میں ایک یہ بھی تھا کہ آتش فشاں، جو

خود تو اوزون کی تہہ کو کوئی نقصان نہیں پہنچاتے، تاہم اِن سے اوزون کی تباہی کا وہ عمل تیز تر ہو جاتا ہے جس کا محرک کلورو فلورو کاربن (Chlorofluorocarbon) ہوتی ہے۔ آتش فشاں کے پھٹنے کے بعد فضا میں مائع سلفیٹ کے ذرات پھیل سکتے ہیں۔ ہوا میں معلق اس مائع کی سطحیں وسطی عرض البلد کے علاقے میں اُن طریقوں سے اوزون کو بڑے پیمانے پر ضائع کر سکتی ہیں جو قطب جنوبی میں ہونے والے طریقے سے مشابہت رکھتے ہیں۔ میں نے کاربن ڈائی آکسائیڈ سے ہٹ کر اُن دوسری گیسوں پر بھی کام کیا ہے جو زمین پر حرارت کے بڑھنے کی وجہ ہو سکتی ہیں۔ دوسری باتوں کے علاوہ میں نے اور میرے ساتھیوں نے اس عمل میں پرفلوری نیٹڈ (perfluorinated) کیمیائی مادوں یعنی سی ایف-4 (CF_4)، ایس ایف-6 (SF_6) اور اسی طرح کے دوسرے مرکبات کے کردار کا مطالعہ کیا ہے۔ آج اس قسم کے مادوں کی فضا میں بہتات نہیں ہے، اس لیے میں یہ نہیں کہہ رہی کہ عالمی حدّت کے اضافے میں اُن کا کوئی قابلِ ذکر کردار ہے۔ لیکن اس مطالعے کے بعد ہم یہ بتانے میں ضرور کامیاب رہے کہ یہ سالمے عملاً ہزاروں برس تک قائم رہتے ہیں۔ یہ ایک حد تک لافانی ہوتے ہیں۔ یہ انفرا ریڈ روشنی (infrared light) کو اپنے اندر جذب کرنے کی صلاحیت رکھتے ہیں چنانچہ ان کا شمار گرین ہاؤس گیسوں میں ہوتا ہے۔ ایک ایسا سالمہ جس کی عمر اہرام مصر سے بھی زیادہ ہو، اُسے فضا میں چھوڑنے سے پہلے سو مرتبہ سوچنا چاہیے۔ درحقیقت اوزون کی مقدار میں کمی اور موسمی تبدیلیوں کے باہمی تعلق کا ایک دلچسپ پہلو یہ ہے کہ سائنس کو صرف اوزون میں کمی کے اثرات کا ہی جائزہ نہیں لینا بلکہ یہ بھی دیکھنا ہے کہ موسمی حالات پر یہ اثرات کتنی دیر تک قائم رہتے ہیں۔ سائنس کے استعمال کے دائرہ کار میں یہ بھی شامل ہے کہ معاشرے میں ان سوالات کے متعلق شعور اجاگر کیا جائے جن کا پوچھا جانا ناگزیر ہے۔ یعنی صرف اتنا ہی جاننا کافی نہیں کہ سرِ دَست کیا ہو رہا ہے بلکہ یہ بھی کہ اگر مستقبل میں کوئی موسمی تبدیلی آ جائے تو ہمیں کتنی مدت اس کے اثرات کے زیرِ اثر زندگی گزارنا ہوگی؟

حال ہی میں، میں نے اپنی سمت تبدیل کی ہے اور اس بات کو سمجھنے کی کوشش کر رہی ہوں کہ نچلے کُرۂ باد (atmosphere) میں موجود مختلف قسم کے سالمے سورج سے آنے والی روشنی کو کس طرح اپنے اندر جذب کرتے ہیں۔ یہ کام موسمی مسائل کے لئے بھی مفید ہے لیکن یہ درحقیقت زیادہ بنیادی کام ہے جس سے یہ پتہ چلتا ہے کہ موسمی نظام کیسے کام کرتا ہے۔ مختصر یہ کہ میں نے اس علاقے کا رخ کر لیا ہے جس کا تعلق آب وہوا کے مسائل سے ہے لیکن جسے بہت کم لوگ سمجھتے ہیں۔ اس طرح میں اپنے اس ابتدائی کام کی طرف واپس آ رہی ہوں جس کا تعلق قطبین کی روشنیوں جیسے معاملات سے ہے۔ اس کام کا بنیادی مقصد یہ سمجھنے کی کوشش کرنا ہے کہ شعاعیں کیسے سفر کرتی ہیں اور سورج کی روشنی فضا میں سے گزر کر کیسے ہم تک پہنچتی ہے۔

میں اپنے آپ کو بہت مراعات یافتہ ہستی سمجھتی ہوں۔ مجھے اس بات کا اطمینان ہے کہ میں کچھ بامعنی کام کرسکی ہوں۔ میں ایک سائنسدان کی حیثیت سے جو کام کرتی ہوں اس کا ایک ہدف ہوتا ہے اور وہ عوامی خدمت کے تصور پر مبنی ہوتا ہے۔ ہمارے کرۂ ارض پر بے شمار لوگ آباد ہیں اور آنے والے دنوں میں مزید ایسے لوگ ہوں گے جو فضا میں ہر قسم کے کیمیائی مادے اور دوسری چیزیں پھینکتے رہیں گے۔ اس طرح اکیسویں صدی کے دوران لوگوں کو آب و ہوا کی تبدیلی سمیت، ماحولیاتی کیمیا کے مختلف شعبوں میں کام کرنے کے ڈھیروں مواقع میسر ہوں گے۔ سائنس کو معاشرے کی خدمت بجالانے کے لیے ایک بہت اہم کردار ادا کرنا ہے۔ اسے لوگوں کو یہ سمجھنے میں مدد دینا ہے کہ کیا ہورہا ہے اور کیوں ہورہا ہے۔ لیکن میرے خیال میں یہ وہ مقام ہے، جہاں ایک سائنسدان کی حیثیت سے میرا کام ختم ہو جاتا ہے اور یہاں سے اقتصادی ماہرین اور سیاست دانوں کا کام شروع ہوتا ہے۔ معاشرے کو درپیش مسائل حل کرنے کے لئے سائنس بڑی اہم رہنمائی فراہم کرتی ہے، مگر یہ صرف ایک وسیلہ آگاہی ہے۔ جب ہم سیاست اور ذاتی آرا کو دوسروں پر چھوڑ دیتے ہیں، اور اپنی سائنس کو سائنسی اقدار کے تاریخی معیار معروضیت پر مرکوز رکھتے ہیں، تو میرے خیال میں ہم دنیا کو وہ سب دے دیتے ہیں جو ہم دے سکتے ہیں۔

حواشی

* **تعارف:** سُوزن سالومن (Susan Solomon) (پیدائش 1956ء) ماحول کی کیمیادان ہیں۔ انھوں نے اپنے رفقاءِ کار کے ساتھ سب سے پہلے اُس کیمیائی عمل کی نشاندہی کی جس کی وجہ سے کلوروفلوروکاربن (chlorofluorocarbon) کے غیر منسلک اصلیئے (free radicals) قطب جنوبی یعنی انٹارٹیکا پر اوزون میں سوراخ کی وجہ بنتے ہیں۔ وہ امریکہ، یورپ اور فرانس کی سائنس اکیڈمی کی ممبر ہیں۔ اُن کی ایک کتاب جس کا تعلق سٹریٹوسفیئر (Stratosphere) اور میزوسفیئر (Mesosphere) کے کیمیائی اور طبعیاتی خواص سے ہے بہت مقبولِ عام ہے۔

(i)۔ اوزون سوراخ (ozone hole)۔ اوزون گیس جس کا ایک سالمہ آکسیجن کے تین ایٹموں پر مشتمل ہوتا ہے زیادہ تر زمین کی بالائی فضاء (stratosphere) میں موجود ہوتی ہے اور سورج سے آنے والی ضرر رسان بالا بنفشی شعاعوں (ultra violet rays) کو جذب کر لیتی ہے۔ انسانی سرگرمیوں سے پیدا شدہ کیمیائی مادّے اس گیس کو کم کر دیتے ہیں۔ خاص طور پر قطب جنوبی کے اوپر یہ اگست سے اکتوبر کے درمیان بہت کم ہو جاتی ہے جسے اوزون میں سوراخ کے الفاظ سے تعبیر کیا جاتا ہے۔

(ii)۔ ژاک کوستو (Jacques Cousteau) 1910ء–1997ء فرانسیسی بحریہ کے افسر، سائنسدان، فوٹوگرافر، محقق، مصنف اور فلم ساز تھے۔ انھوں نے سائنسی موضوعات پر ایک سو بیس دستاویزی فلمیں تیار کیں۔ ان میں سے کئی سلسلہ وار تھیں۔ انھوں نے پچاس کتابیں بھی لکھیں ہیں۔

(iii)۔ کُرۂ باد میں کئی تہیں ہیں۔ ان میں ایکسوسفیئر (Exosphere)، تھرموسفیئر (thermosphere)، میسوسفیئر (mesosphare)، سٹراٹوسفیئر (stratosphere) اور، ٹراپوسفیئر (Troposphere)، زیادہ اہم ہیں۔ ٹروپوسفیئر زمین

سے قریب ترین ہے اور بعض حصّوں پر صفر سے 20 کلومیٹر تک پھیلی ہوئی ہے، جبکہ ایکسوسفیئر دور ترین تہہ ہے اور زمین سے 700 کلومیٹر سے زیادہ فاصلے پر پائی جاتی ہے۔

(iv)۔ میک مرڈو سٹیشن(McMurdo Station)، قطب جنوبی میں امریکا کا تحقیقاتی مرکز اور جزیرہ راس(Ross) کے جنوبی کنارے پر واقع ہے۔ امریکا نے اس مرکز کو 1956ء میں قائم کیا تھا۔

ٹیکنالوجی بہتری لاتی ہے

(Technology Offers Improvement)

رابرٹ ایم۔ سولو*

(Robert M. Solow)

میساچوسیٹس انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، امریکا

(Massachusetts Institute of Technology, USA)



© Courtesy of Donna Coveney (MIT)

اس کتاب میں شامل کیے گئے زیادہ تر لوگوں کے برعکس میں ماہر حیاتیات، کیمیادان یا طبیعیات دان نہیں ہوں، بلکہ ایک ماہر اقتصادیات ہوں۔ اس لیے زیادہ امکان ہے کہ آپ کو میری کہانی ان سے مختلف لگے گی۔ 1930ء کی دہائی میں جب عظیم مالی بحران آیا تو میں ہائی سکول میں پڑھتا تھا اور جس وقت میں نے اپنی سکول کی تعلیم مکمل کی تو دوسری جنگ عظیم ابھی شروع ہی ہوئی تھی۔ میں اس جنگ میں تین سال تک ایک سپاہی کے طور پر شامل رہا۔ اس وقت میری عمر کے طلبہ پر یہ بات بالکل واضح تھی کہ ہمارے معاشرے برے طریقے سے کام کر رہے ہیں۔ بے روزگاری، آمریت اور جنگ سب تباہی پھیلانے والے عوامل تھے اور ان کا ایک دوسرے کے ساتھ گہرا تعلق تھا۔ جرمنی میں بیروزگاری اور افراط زر نے ہٹلر اور نازیوں کے عروج کی راہ ہموار کی تھی، اور ایسے میں جنگ ناگزیر تھی۔ یہ حالات ذاتی طور پر میرے مشاہدے میں آئے۔

جب یونیورسٹی میں تعلیم کے لیے مضمون منتخب کرنے کا وقت آیا تو میرا خیال ہے کہ میں اقتصادیات کی طرف اس لیے مائل ہوا کیونکہ اس کے ذریعے 1930ء کی دہائی کے بڑے سانحے کو سمجھنے کے مواقع موجود تھے۔ اس سے بڑھ کر اقتصادیات کی یہ صفت بڑی پُرکشش تھی کہ اس میں محض خیال آرائی یا لفاظی نہیں ہوتی بلکہ یہ اعداد و شمار، ٹھیک ٹھیک بیان اور استدلال پر مبنی ہے۔ میرا خیال ہے کہ میں نے کبھی یہ نہیں سمجھا کہ اقتصادیات بھی طبیعیات، یا کم از کم حیاتیات کی طرح کی ہی مکمل سائنس ہوسکتی ہے لیکن میں آج بھی یہ سمجھتا ہوں کہ اقتصادیات میں احتیاط کے ساتھ مشاہدہ کرنا، واضح طور پر اور اعداد کے حوالے سے سوچنا بہت اہمیت

رکھتا ہے۔اس کے ساتھ ساتھ تعصب اور ذاتی مفاد سے جتنا دور رہا جائے اتنا ہی بہتر ہوتا ہے۔ بلکہ غالبًا یہ بات سائنس سے زیادہ اقتصادیات میں اہم ہے کیوں کہ اس میں تجربات کرنے کی گنجائش کم اور ذاتی مفادات کا دباؤ بہت زیادہ ہوسکتا ہے۔

بعد ازاں جب میں نے اپنی تعلیم مکمل کر لی اور پڑھانا اور تحقیق کرنا شروع کر دیا تو اس وقت اقتصادی مسائل کی ایک اور صورت میرے سامنے آئی۔ دنیا کی غریب اقوام نے جن میں یورپ کے بھی کچھ ممالک شامل تھے، اپنی طویل المیعاد اقتصادی ترقی کے متعلق سوچنا شروع کر دیا تھا تا کہ ان کے اور امیر صنعتی ممالک کے درمیان آمدنی کے بہت زیادہ فرق کو کم کیا جا سکے۔ اور دوسری طرف صورت یہ بھی تھی کہ امیر اقوام جن کے اپنے ملکوں میں بھی غریب عوام تھے، انھوں نے بھی ایسے اقتصادی اقدامات کے متعلق سوچنا شروع کر دیا تھا جن سے ان کی آمدنی میں ایک یقینی تسلسل کے ساتھ اضافہ ہوتا چلا جائے۔ چنانچہ میں نے طویل مدّتی اقتصادی ترقی کے متعلق اپنے اس علم کو بہتر بنانے کی کوشش شروع کر دی جس کے ذریعے انسانی پیداواری صلاحیت میں اضافہ کیا جا سکے اور معیار زندگی کو بہتر بنایا جا سکے۔ اگر چہ بے روزگاری کا مسئلہ ابھی ختم نہیں ہوا تاہم دوسری جنگ عظیم کے بعد کے ساٹھ برسوں میں عالمی اقتصادیات کسی نہ کسی طرح شدید مالی بحرانوں سے بچتی رہی ہے۔

تحقیق کے لیے یہ موضوع ایک بہترین انتخاب تھا یا کم از کم میرے لیے خوش قسمت ثابت ہوا۔ میں نے 1956ء اور 1957ء میں ایک ایسا طریقہ تلاش کر لیا جس کے ذریعے یہ سمجھا جا سکے کہ طویل مدت کی قومی اقتصادی ترقی کے حصول کے دوران کیا وقوع پذیر ہوتا ہے۔ اِس طریقہ میں بنیادی عناصر — مزدور، سرمایہ، قدرتی وسائل اور ٹیکنالوجی — کو ایک ڈھانچے میں یکجا کیا گیا، اُن حقائق کو مدنظر رکھتے ہوئے جو ہمیں جدید اقتصادیات کی تاریخ سے معلوم ہوئے ہیں۔ آج پچاس سال بعد بھی دنیا بھر میں ماہرین اقتصادیات اسی بنیادی ڈھانچے کو استعمال کر رہے ہیں۔ اس میں کوئی شک نہیں کہ وقت کے ساتھ ساتھ اسے بہت سے لوگوں نے بہتر بھی بنایا ہے۔

اسی ڈھانچے کی مدد سے تاریخی ریکارڈ کے تجزیے کا ایک طریقہ سامنے آیا جس سے پتہ چلا کہ کسی ملک کی اقتصادی ترقی میں روزگار کے اضافے کا کتنا، مشینوں کے استعمال کا کتنا اور دوسرے ذرائع کا کتنا ہاتھ رہا ہے۔ اس پر تحقیق کرتے ہوئے بہت جلد یہ حیرت انگیز نتیجہ سامنے آ گیا کہ جہاں جہاں پیداوار میں بہتری آئی اور فی کس آمدنی بڑھی ہے، ان میں سے زیادہ تر بہتری مشینوں اور عمارتوں جیسی مادی سرمایہ کاری کی بدولت نہیں بلکہ بہتر ٹیکنالوجی اور اُس تعلیم و تربیت سے ہوئی جس سے افرادی قوت نئی ٹیکنالوجی کو بھرپور

طریقے سے استعمال کر سکے۔ حتیٰ کہ یہی نتیجہ زراعت پر بھی صادق آتا ہے۔ درحقیقت شاید یہ بات درست ہو کہ جدید تقاضوں کے مطابق دستیاب مشینری کی اچھی بات یہ ہے کہ یہ نئی ٹیکنالوجی کو ڈرائنگ بورڈ یا کمپیوٹر کی سکرین سے اٹھا کر پیداوار کی حقیقی دنیا میں لے آتی ہے۔ نئی ٹیکنالوجی میں یہ بات بھی شامل سمجھنی چاہیے کہ پیداوار کے طریقوں کو منظم کرنے میں کیسے بہتری لائی جائے۔ ان سب باتوں کا اطلاق ان اقوام پر زیادہ واضح طور پر ہوتا ہے جنھوں نے صنعت کاری کی طرف قدم اُٹھا لیے ہیں۔ تاہم غریب تر ممالک کے لیے آج بھی سخت جسمانی مشقت کے بجائے مشینوں کے استعمال کو رائج کرنا بدستور ایک اہم مسئلہ بنا ہوا ہے۔

طویل مدتی اقتصادی ترقی کا مطالعہ ابھی مکمل نہیں ہوا اور شاید کبھی مکمل بھی نہ ہو۔ اس کی وجہ اقتصادیات (اور اس جیسے دوسرے سماجی علوم) اور قدرتی سائنس کے درمیان ایک اہم فرق ہے۔ اور وہ فرق یہ ہے کہ جیسے جیسے ہمارے معاشرے اور ہماری ٹیکنالوجی کی ممکنہ صلاحیتیں اس انداز میں ترقی کر رہی ہیں جس کے متعلق پہلے سے کوئی پیش گوئی نہیں ہوسکتی، ویسے ویسے ان سے وابستہ اسباب اور نتائج کے تعلقات (علت و معلول) بھی تبدیل ہوتے چلے جا رہے ہیں۔ اس لیے ماہرین اقتصادیات کو وقتاً فوقتاً اپنی بنیادی سوچ پر نظر ثانی کرنے کی ضرورت پیش آتی رہے گی۔

ہماری زندگی مختصر ہے، لیکن اس مختصر دورانیے میں بھی ہمیں بے روزگاری، معاشی بدحالی اور افراط زر جیسے مسائل کا سامنا کرنا پڑتا ہے اور یہ ابھی بھی اہم ہیں۔ یورپ میں بے روزگاری کی شرح امریکا سے دو سے تین درجے (points) تک کم ہوا کرتی تھی مگر اب یہ دو سے تین درجے زیادہ ہوگئی ہے۔ پھر بیروزگاری کے معاملے میں یورپی ممالک کے درمیان بھی بڑا فرق ہے۔ ایسا کیوں ہے؟ مجھ سمیت کئی اقتصادی ماہرین ان سوالات کے جواب ڈھونڈ رہے ہیں۔ اس ضمن میں اگرچہ بعض بنیادی حقائق اور ان کی معنویّت کے متعلق عمومی اتفاق رائے پایا جاتا ہے مگر مکمل طور پر ایسا نہیں ہے۔ لیکن ہر سال اپنے ساتھ نئے شواہد لاتا ہے اور کچھ برس نئے تصورات لاتے ہیں۔ کچھ سال ایسے بھی ہوتے ہیں جو اپنے ساتھ مفید نئے تصورات لاتے ہیں۔

حواشی

* **تعارف:** رابرٹ ایم۔ سولو (Robert M. Solow) (پیدائش 1924ء) امریکی ماہر اقتصادیات ہیں۔ ان کی وجہ شہرت اُن کے نظریہ اقتصادی ترقی ہے۔ انھیں اب تک جون کلارک (John Clark) میڈل اور نوبل میموریل (Nobel Memorial) انعام برائے اقتصادیات مل چکا ہے۔

نظریاتی طبیعیات میں میری خدمات کا بیان

(An Account of My Theoretical Physics Contributions)

ایناکل سی۔ جی۔ سدرشن*

(Ennackal C. G. Sudarshan)

ٹیکساس یونیورسٹی، آسٹن، امریکا

(University of Texas at Austin, USA)



© Courtesy of E. C. G. Sudarshan

میں ابھی مڈل سکول میں ہی تھا کہ کلاسیکی جیومیٹری کے حسن نے میرا من موہ لیا اور ہائی سکول میں میرا واسطہ تجزیاتی جیومیٹری سے پڑا۔ لیکن پھر اِس خوشگوار حیرت کا سامنا ہوا کہ ریاضی کی ترکیبوں کو طبیعیات کے اصول بیان کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اس کی پہلی مثال تب سامنے آئی جب ہم نے سادہ پنڈولم کا دَور (period) معلوم کیا، اور عدسے کا طول ماسکہ (focal length) نکالا۔ کالج کی تعلیم کے دوران یہ پتہ چلا کہ ریاضیاتی ماڈلوں کو طبیعیات کے مختلف پہلوؤں کو سمجھنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

تحقیق کے لیے یہ ایک مفید طریق کار بن چکا ہے۔ میری پہلی تحقیق اس بارے میں تھی کہ فوٹو گرافک ایملشن (photographic emulsion) کے اندر کائناتی شعاعوں (cosmic rays) میں موجود ذرّات کے بنائے گئے راستوں کا ریاضیاتی ماڈل بنایا جائے اور ان کی پیمائش میں بے ہنگم شور (random noise) کا اثر معلوم کیا جائے، جن سے یہ پیمائش متاثر ہوتی ہے۔ اس ماڈل کے ذریعے ہم کائناتی شعاعوں کے ذرات کی کمیت (mass) معلوم کر سکتے تھے جو ہم نے کیں۔ اسی طرح ہم نے پروٹون اور اینٹی پروٹون کے باہم مدغم ہو کر فنا ہو جانے سے نکلنے والے میزونز (mesons) کی تعداد معلوم کرنے کے لیے بھی شماریاتی ماڈل استعمال کیا۔

ذراتی طبیعیات (particle physics) میں میری پہلی اہم پیش رفت بِیٹا تابکاری (beta radioactivity)[i] کی اصل نوعیت معلوم کرنا تھی۔ یہ ایک ایسا عمل ہے جس میں مرکزے (nucleus) سے

ایک الیکٹرون اور ایک نیوٹرینو(neutrino) خارج ہوتا ہے اور مرکزہ کا بار(charge) ایک عدد بڑھ جاتا ہے۔ اگر چہ تین طرح کی تابکاری ایلفا، بیٹا اور گیما (α, β, γ) کا علم بیسویں صدی کے آغاز میں ہی ہو گیا تھا، تاہم یہ میرا پی ایچ ڈی کا کام تھا جس نے 1957ء میں بیٹا تابکاری کا درست قانون یعنی ویکٹر۔ایگزیل ویکٹر(vector-axial vector) دریافت کیا۔ یہ اس دہائی کی یقیناً اہم ترین دریافت تھی، اور اس وقت میری عمر 25 برس بھی نہیں ہوئی تھی۔

کوانٹم میکانیات کا اطلاق عام طور پر ایسے نظاموں پر کیا جاتا ہے جو ماحول سے بالکل جدا ہوں۔ اگر ایسا نظام ارد گرد کے ماحول سے اثرات لے رہا ہو، تو یہ ایک اتفاقیاتی شماریاتی نظام[(ii)] (stochastic process) جیسا بن جاتا ہے۔ 1961ء میں مَیں نے اتفاقی شماریات پر مبنی کوانٹم میکانیات (stochastic quantum mechanics) کی کلیہ سازی کی تھی۔ یہ کلیات اب کوانٹم کمپیوٹنگ کے لیے استعمال کیے جا سکتے ہیں۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ یہی نتائج 1961ء کے بعد کئی مرتبہ از سرِ نو دریافت ہو چکے ہیں۔

جب کسی عمل میں ذرات پیدا ہوتے ہیں یا فنا ہو جاتے ہیں، تو اس کے لیے موزوں ریاضیاتی ماڈل وہ ہے جو کوانٹم فیلڈ (quantium field) کہلاتا ہے۔ یہ روشنی کے اخراج اور انجذاب (emission & absorption) کے لیے خاص طور پر کارآمد ہے، لیکن اکثر اوقات روشنی کے لیے عام موجی بصریات (wave optics)[(iii)] کو استعمال کرنے کا رواج تھا۔ 1963ء میں مَیں نے یہ ثابت کر دکھایا کہ اکثر مواقع پر بصری ہمسری کا نظریہ (optical equivalence theory) ہی درست نظریہ ہے۔ یعنی کوانٹم بصریات (quantum optics) وہی نتائج دیتی ہے جو کلاسیکی موجی بصریات (wave optics) سے حاصل ہوتے ہیں۔ اب یہی طریق کار کوانٹم بصریات میں عام مستعمل ہے۔ جان کلاؤڈر (John Klauder) کے ساتھ مل کر میں نے کوانٹم بصریات (quantum optics) پر ایک کتاب بھی لکھی ہے۔

تابکاری کا (کلاسیکی) اصول یہ ہے کہ وقت کے ساتھ تابکار ایٹموں کی تعداد مکمل طور پر قوت نمائی (exponential) کے لحاظ سے کم ہوتی ہے۔ مگر کوانٹم نظریہ میں، وقت کے انتہائی قلیل وقفہ کے لیے، خودکمی کی شرح صفر ہو جاتی ہے۔ چنانچہ اس عرصے میں اگر تابکار مادے کا بار بار مشاہدہ کیا جائے تو یہ بالکل بھی انحطاط پذیر نہیں ہوگا۔ یہ عمل جس کی دریافت، بیدیاناتھ مشرا (Baidyanath Misra) اور میں نے مل کر کی تھی، اب کوانٹم زینو عمل (Quantum Zeno effect) کہلاتا ہے۔ اب اس کی تصدیق تجربے سے بھی ہو چکی ہے۔

کوانٹم حالتیں (quantum states) چونکہ موجی فارمولے سے ظاہر کی جاتی ہیں اس لیے یہ بھی عام موجوں کی طرح منطبق (superposed) کی جا سکتی ہیں۔ لیکن جب ہم دو ذرات والے نظام کی حالتوں کا تجزیہ

کرتے ہیں،تو اس انطباق (superposition) کے نتیجے میں غیر مقامی تعلق باہمی (nonlocal correlations) پیدا ہو جاتا ہے، جسے ہم کوانٹم الجھاؤ (quantun entanglement) کہتے ہیں جسے پہلے پہل شروڈنگر (Shroedinger) نے دریافت کیا اور پھر آئن سٹائن، پوڈولسکی اور روزن (Einstein, Podolski & Rosen) نے دوبارہ دریافت کیا۔ اس تعلق باہمی کے پیدا ہونے سے لگتا ہے کہ اطلاعات یا معلومات کی فی الفور ترسیل ممکن ہے۔ یہ عمل آج کل کوانٹم فاصلاتی ترسیل (quantum teleportation) کہلاتا ہے۔ ہم مختلف کوانٹم حالتوں میں اس طرح کے الجھاؤ کو عملاً دیکھنے کے لیے طریقے تلاش کرتے رہے ہیں۔ اس کے لیے ہم کوانٹم ٹوموگرافی (quantum tomography) کا طریقہ استعمال کرتے ہیں، جو کہ میڈیکل ٹوموگرافی سے ملتا جلتا طریق کار ہے۔ یہ کام ایک روسی اور دو اطالوی سائنسدانوں مانکو، مارمو اور زکاریا (Manko, Marmo and Zaccaria) کے ساتھ مل کر کیا جا رہا ہے۔

یہ ایک بڑا معجزہ ہے کہ طبیعیات کی دنیا کو ریاضیاتی ماڈلوں کے ذریعے سمجھا جا سکتا ہے اور یہ ماڈل جو پیشین گوئیاں کرتے ہیں ان کی تصدیق لیبارٹری میں تجربات کے ذریعے کی جا سکتی ہے۔ اپنے تحقیقی پیشے کی ابتدا سے ہی، یہ بات میرے لیے انتہائی مسحور کن بلکہ کراماتی رہی ہے۔

حواشی

* **تعارف:** ایناکل سی۔ جی۔ سدرشن (Ennackal C. G. Sudarshan) 1931ء میں کیرالہ میں پیدا ہوئے۔ وہ بھارتی نژاد امریکی ہیں۔ انھوں نے رابرٹ مارشاک (Robert Marshak) کے ساتھ مل کر کمزور قوتوں کے لیے وی منفی اے (V - A) نظریہ دریافت کیا تھا۔ انھوں نے ہی سب سے پہلے ان ذرات کا تصور پیش کیا تھا جن کا نام ٹیکیانز (Tachyons) رکھا گیا۔ ان کا سب سے اہم کام کوانٹم بصریات کے میدان میں ہے۔

(i)۔ تابکاری (Radioactivity) کی تین اقسام الفا، بیٹا اور گاما (α, β, γ) ہیں۔ الفا ذرات ہیلیم کے مرکزہ پر مشتمل ہوتے ہیں۔ بیٹا ذرات محض تیز رفتار الیکٹرون ہیں جبکہ گاما شعاعیں بہت زیادہ توانائی والی برقی مقناطیسی شعاعیں ہیں۔

(ii)۔ اتفاقی شماریات (Stochastic process) ایک ایسا عمل ہے جو وقت کے ساتھ غیر معین طریقے سے تبدیل ہوتا ہے۔ اس لیے ایسے عمل یا سسٹم کی نئی حالت کا اندازہ لگانا انتہائی مشکل ہوتا ہے۔ ایسے سسٹم کی ایک مثال سٹاک مارکیٹ کا اُتار چڑھاؤ ہے۔

(iii)۔ بصریات (Optics) کا تعلق طبیعیات کی اس شاخ سے ہے جس میں روشنی کے طرزِ عمل اور اس کی خصوصیات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ اس کا تعلق روشنی کا مادے کے ساتھ باہمی تعامل سے بھی ہے۔ اس باہمی تعامل پر جب کوانٹم میکانیات کا اطلاق کیا جاتا ہے تو اسے کوانٹم بصریات کہتے ہیں۔

قدرت کی شاندار منطق

(Nature's Superb Logic)

جیرارڈس ٹی ہُوفٹ*

(Gerardus 't Hooft)

اُتریخت یونیورسٹی، نیدرلینڈ

(Utrecht University, The Netherlands)



© Courtesy of Gerardus 't Hooft

طبیعیات کے قوانین کو رام کرنا، یہ وہ چیز تھی جو بچپن میں میرے ذہن پر چھا گئی تھی۔ موٹر گاڑیاں، سائیکلیں، ریڈیو دیکھ کر مجھے یہ احساس ہوتا تھا کہ انھیں ان لوگوں نے ہی تو ایجاد کیا تھا جو سمجھ چکے تھے کہ فطرت کی قوتیں کس طرح کام کرتی ہیں۔ مگر سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ انھوں نے یہ علم کیسے حاصل کیا؟ میں نے اندازہ لگایا کہ ان موجدوں کے اندر لازماً پہلے بصیرت کی لہر اُبھری ہوگی جسے شاید میں سمجھ سکتا ہوں: پہیہ [i] (wheel) اس کی ایک مثال ہے۔ یہ پہیئے بڑی شاندار چیز ہوتے ہیں۔ وہ ہمیں اس قابل بناتے ہیں کہ ہم ان کے ذریعے بھاری سے بھاری چیزوں کو ہموار سطح پر لے جاسکیں اور ہمیں بہت کم مزاحمت کا سامنا کرنا پڑے۔ یہ علم صرف انسانوں کے پاس ہے جانوروں اور پودوں کی دنیا، پہیئے سے واقف نہیں ہے۔ ظاہر ہے کہ پہیہ خود بخود تو وجود میں نہیں آ گیا اسے کسی نے دریافت کیا ہوگا۔ مجھے اس شخص پر رشک آتا تھا اور سوچتا تھا کہ یہ دریافت کیسے ہوئی ہوگی؟ اور اگر یہ ابھی تک ایجاد نہیں ہوا ہوتا تو کیا میں اتنا ذہین ہوں کہ اسے ایجاد کر لیتا؟ شاید نہیں۔

اس قسم کے سوالات میرے ذہن کو مصروف رکھتے تھے۔ میں سوچتا تھا کہ شاید ابھی تک تمام چیزیں دریافت نہیں ہوسکیں۔ یقیناً تمام بیماریوں کا علاج ممکن نہیں ہوسکا۔ کشش ثقل کی قوت پر قابو نہیں پایا جاسکا۔ کوئی ابھی تک پرواز کر کے چاند تک نہیں پہنچا۔ یہ تو معلوم تھا کہ ایٹم کے اندر بہت طاقتور قوتیں موجود ہیں۔ لیکن ان ''انتہائی چھوٹے ذرات'' کو ابھی تک صحیح طرح سمجھا نہیں جاسکا تھا۔ ہمیں یہ بھی بتایا جاتا ہے کہ لاکھوں سال پہلے دنیا میں

دیوپیکر جانور رہتے تھے جنہیں ڈائینوسارز(dinosaurs) کہا جاتا ہے۔ان سب باتوں سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ یقیناً ہماری سوچ اور نظر سے دور اور بھی ایسی چیزیں ہیں جن کو ہمیں ابھی دریافت کرنا ہے۔ یہ سوچ کر میں نے فیصلہ کیا کہ اگر ایسا ہے تو میں ان سب کو دریافت کروں گا۔

فطرت کے قوانین کی سب سے اچھی بات یہ ہے کہ وہ منصفانہ ہوتے ہیں۔ وہ ہر ایک کے لیے ایک جیسے ہوتے ہیں اور کسی میں اتنی طاقت نہیں ہوتی کہ وہ انھیں تبدیل کر دے۔ انسان نے خود جو قوانین بنائے ہیں مثلاً نرمی سے گفتگو کرنا، کھانے کے لیے چھری اور کانٹے کا استعمال کرنا، سکول جانا اور اپنے دانت صاف کرنا وغیرہ۔ان قوانین کو کوئی بھی پہلے سے خبردار کیے بغیر راتوں رات تبدیل کر سکتا ہے لیکن ایسا فطرت کے قوانین کے ساتھ نہیں کیا جا سکتا۔ پھر ان قوانین میں کوئی تضاد نہیں ہے اور ہو بھی نہیں سکتا۔

میں بہت خوش قسمت تھا کہ مجھے اچھے اُستاد ملے۔انھوں نے مجھے ریاضی کے متعلق بتایا۔اگر آپ فطرت کے قوانین کو بیان کرنا چاہتے ہیں تو ریاضی ایک بہترین زبان ہے۔ یہ اُن زبانوں سے بہتر ہے جسے انسان عام بول چال کے لیے استعمال کرتے ہیں۔ ریاضی چیزوں کو سچ کی زبان میں بیان کرتی ہے بالکل ایسے ہی جیسے 1/2+1/3=5/6 ۔ یہ وہ عبارت ہے جسے کوئی بھی تبدیل نہیں کر سکتا۔اعداد اور جیومیٹری کی اشکال کی کئی خصوصیات ہیں جنھیں آپ ریاضی کو استعمال کر کے سمجھ سکتے ہیں۔اگر آپ ایک مثلث بناتے ہیں جس کی تینوں اضلاع کی لمبائی کی شرح 3:4:5 ہے تو اس کا ایک زاویہ بالکل سیدھا (یعنی زاویہ قائمہ) ہوگا۔ یہ ایک ایسی بات ہے جسے ہر کوئی آسانی سے سمجھ سکتا ہے۔ جب میں نے فطرت کے متعلق دریافتیں کرنے کا منصوبہ بنایا تو اسی بات کو سامنے رکھتے ہوئے میں نے ریاضی پر عبور حاصل کرنے کا فیصلہ کیا۔

سکول میں میرے دوستوں کو ان باتوں کی زیادہ پروا نہیں تھی لیکن اس سے مجھے کوئی فرق نہیں پڑتا تھا۔ میں ریاضی میں بہت تیز ہو گیا تھا۔ جب میں نے یونیورسٹی میں داخلہ لیا تو میں طبیعیات کے متعلق بہت کچھ جانتا تھا یا میں سمجھتا تھا کہ مجھے طبیعیات کا بہت علم ہے۔حقیقت یہ تھی کہ ابھی مجھے بہت کچھ سیکھنا تھا۔ مجھے پتہ چلا کہ سادہ میکانیاتی حرکت کے قوانین کو ریاضی کے ذریعے، میرے اندازے سے کہیں زیادہ، بہتر طریقے سے بیان اور استعمال کیا جا سکتا ہے۔اسی طرح مجھے ایٹم کے متعلق بھی پہلے سے کہیں زیادہ باتیں معلوم ہوئیں۔ ان میں سے ایک یہ بھی تھی کہ قدرت کے کارخانے میں ایک ایسی شاندار سکیم موجود ہے جو چھوٹے ذرات کو کنٹرول کرتی اور کوانٹم میکانیات کہلاتی ہے اور اس سکیم کی بنیاد بہت اعلیٰ ریاضی پر ہے۔ اِن سب چیزوں کے اندر قدرت کے شاندار منطقی قوانین کارفرما ہیں۔ یوں فطرت میری سوچ سے بھی کہیں زیادہ خوبصورت ثابت ہوئی۔

اور یقیناً ابھی دریافت کرنے کو بہت کچھ باقی تھا۔فطرت کے خزانے میں اتنا کچھ ہے کہ صرف غیر معمولی حد تک ذہین ہی نہیں بلکہ ہر سائنسدان کچھ نہ کچھ دریافت کر رہا ہے۔ کچھ دریافت کر لینا آپ کے شوق کو مزید بھڑکاتا ہے اور یہ بہت بھلا لگتا ہے۔ اسی شوق میں، میں نے بھی دریافتیں کی ہیں، جن میں کچھ معمولی اور کچھ بہت اہم ہیں۔ جب آپ اس مرحلے سے گزر رہے ہوتے ہیں تو بعض اوقات آپ کو اپنی آنکھوں پر یقین نہیں آتا۔ ایک دفعہ ایک مساوات جس پر میں مہینوں سے کام کر رہا تھا، اس نے فطرت کی کچھ بنیادی قوتوں کو جب بالکل درست بیان کر دیا تو میری ہمت نہیں پڑ رہی تھی کہ اِس پر یقین کر لوں۔ درحقیقت میں اس مساوات کے تمام منطقی نتائج کی گہرائی میں نہیں اُترا تھا اور میں نے ہمیشہ یہی سوچا کہ یہ سادہ سی مساوات اتنی کامل ہے کہ اس کا حقیقی دنیا پر اطلاق نہیں ہوسکتا، مگر آج ہم جانتے ہیں کہ اس کا اطلاق ہوتا ہے۔

پال ڈِیراک [ii] (Paul Dirac) کو بھی ایسے ہی تجربے سے گزرنا پڑا تھا۔اس نے کلی طور پر منطق کا استعمال کرتے ہوئے الیکٹرون کے لیے ایک نئی مساوات حاصل کی تھی لیکن پھر اس نے دیکھا کہ اس کی مساوات الیکٹرون کے ایسے مخالف ذرات کا پتا دیتی ہے جن کا چارج منفی کے بجائے مثبت ہے۔ ڈِیراک کو یہ جرأت نہیں ہوئی کہ وہ ایک سادہ سی مساوات کو لے کر نئے ذرات کی پیش گوئی کرے۔ چنانچہ اس نے یہ تجویز کر دیا کہ یہ ذرات پرٹونز (protons) ہوں گے۔ ان نئے ذرات کی خصوصیات کے ساتھ پروٹون کی کئی خصوصیات مطابقت نہیں رکھتی تھیں، اس کے باوجود ڈِیراک کا خیال یہ تھا کہ شاید اُس نے اِس بات کو صحیح طور پر نہیں سمجھا۔ پھر الیکٹرون کے یہ مخالف ذرات بہت جلد تجربات کے ذریعے دریافت ہو گئے اور یہ ڈِیراک کی اپنی مساوات سے بالکل مطابقت رکھتے تھے۔ کہا جاتا ہے کہ ڈِیراک نے اِس پر یہ تبصرہ کیا کہ "یہ مساوات اپنے موجد سے زیادہ ذہانت رکھتی ہے۔"

بلاشبہ مجھے احساس ہے کہ میں کتنا خوش قسمت رہا ہوں۔ میری پہلی خوش قسمتی تو یہ تھی کہ میں ایک پُر تجسس ذہن لے کر پیدا ہوا تھا اور اس دنیا کو کھوجنا چاہتا تھا جس میں ہم رہتے ہیں۔ لیکن میں اپنے اساتذہ کے معاملے میں اور ان مواقع کے سلسلے میں بھی خوش قسمت رہا ہوں جو اس راہ سفر میں مجھے ملے ہیں۔

اس دورانیے میں دنیا بہت بدل گئی ہے اور یہ تبدیلیاں زیادہ تر سائنسی دریافتوں کی مرہون منت رہی ہیں۔ اب لوگ چاند سے ہو آئے ہیں، ہم ان ذرات کو سمجھنے لگے ہیں جن سے ایٹم بنتے ہیں اور جو قوتیں انھیں کنٹرول کرتی ہیں لیکن ان سے آگے کئی اور دریافتیں ابھی ہماری منتظر ہیں۔ ہم ابھی تک سفر کرتے ہوئے مریخ، دوسرے سیاروں اور دوسرے چاندوں تک نہیں پہنچے۔ ایٹم کے اندر موجود ذرات کو بھی تو کچھ ان سے بھی چھوٹی چیزیں کنٹرول کرتی ہوں گی۔ وہ ڈوریوں (strings) یا چادروں (sheets) کی طرح کی یا کچھ اور ہوسکتی

ہیں مگر ہم ان کے متعلق کچھ نہیں جانتے۔اسی طرح ہمیں یہ بھی نہیں معلوم کہ ذرات کے متعلق ہمارا جو علم ہے اس کے اور کشش ثقل کی قوتوں کے درمیان مطابقت کیونکر پیدا ہوسکتی ہے۔ ماہرین حیاتیات نے زندگی کے ڈی این اے(DNA) کوڈ(code) کو کھول کے رکھ دیا ہے اس کے باوجود وہ ابھی تک تمام بیماریوں کا علاج دریافت نہیں کر سکے اور وہ نہیں جانتے کہ ڈی این اے کوڈ کو وہ اپنے ہاتھوں سے کیسے بہتر بنا سکتے ہیں یا ایسے جاندار کے لیے بالکل نیا ڈی این اے(DNA) کوڈ کیسے مرتب کیا جائے جو ابھی موجود ہی نہیں ہیں۔ پھر ہمارے کمپیوٹروں میں جو یادداشت کے چپ (memory chip) ہیں وہ لگتا ہے کہ پتھر کے زمانے کے ہیں، کیونکہ نظریاتی طور پر اِن سے کہیں بہتر چپ بنانا ممکن ہے۔

مجھے یقین ہے کہ مستقبل کی نسل کے ذہین بچے ان تمام مسائل کا حل تلاش کرلیں گے۔اگر آج کے بچے نئی دریافتوں کے ذریعے ان لاتعداد موقعوں سے فائدہ اٹھانے کا فیصلہ کرلیں جو سائنس انھیں پیش کر رہی ہے تو مستقبل بعید کی نسل کے سامنے ہماری حیثیت ڈائینوسارز جیسی ہو جائے گی۔ یہ تلاش، یہ جستجو ایک طرح سے فطرت کے ساتھ شطرنج کی بازی کھیلنے کے مترادف ہے مگر یہ اس لیے بہتر ہے کہ اس کے اصول انسان کے بنائے ہوئے نہیں ہیں اور ان اصولوں میں کوئی ہیر پھیر نہیں ہے اور جس کے پاس ذہانت سے پُر خیالات ہیں، وہ سب سے پہلے منزل پہ پہنچ جاتا ہے۔ چند عشرے پہلے غریب ملکوں کے لوگ یا وہ ملک جنھیں آہنی پردہ[(ii)] (Iron Curtain) نے مغرب سے کاٹ کے رکھ دیا تھا، وہ اس قدر بُری حالت میں تھے کہ ان کے لیے کچھ دریافت کرنا ممکن ہی نہیں تھا۔لیکن آج حالات بہت بہتر ہیں۔آج آپ کو صرف ایک انٹرنیٹ کنکشن کی ضرورت ہے جس کے بعد آپ کی رسائی دنیا میں سائنس کے ممتاز ترین اداروں کی انتہائی جدید ترین معلومات تک ہو جائے گی۔

حواشی

* تعارف: جیرارڈس ٹی ہوفٹ(Gerardus t' Hooft)، 1946ء میں پیدا ہوئے۔ وہ ڈچ(Dutch) ماہر نظریاتی طبیعیات دان ہیں۔انھوں نے ابتدائی عمر سے ہی سائنس کی دنیا میں نام پیدا کرنا شروع کر دیا تھا۔1981ء میں انھیں پہلا انعام وولف پرائز ملا جو نوبل انعام کے بعد سب سے بڑا انعام ہے۔1999ء میں انھوں نے اپنے مقالے کے مشیر مارٹینس جے جی ویلٹمان(Martinus J. G. Veltman) کے ساتھ مشترکہ طور پر نوبل انعام حاصل کیا۔انھوں نے بے شمار اعزازات پائے اور دریافتیں کی ہیں اور ان اعزازات میں سے ان کا ایک اعزاز یہ بھی ہے کہ ''ستارہ 9491'' کا نام ان کے نام پر ٹی ہوفٹ رکھ دیا گیا ہے۔

(i)۔ اب تک ملنے والے شواہد کے مطابق پہیہ، پتھر کے زمانے کے آخری دور میں کوئی چار ہزار سال ق م میں بنایا گیا تھا۔ یہ سب سے پہلے میسو پوٹیمیا (Mesopotamia) یعنی دریائے دجلہ اور دریائے فرات (موجودہ عراق) کے درمیان کے

علاقہ میں ایجاد ہوااوراس کے بعد جب کانسی کا زمانہ شروع ہوا تو یہ یورپ اور ایشیا کے درمیانی علاقے قازقستان میں پہنچا اور وہاں سے یورپ کے علاقہ پولینڈ میں بھی بننے لگا۔

(ii)۔ پال اے۔ایم۔ڈیراک (Paul A. M. Dirac) دیکھیئے حواشی صفحہ نمبر216۔

(iii)۔آہنی پردہ (iron curtain) دیکھئے حواشی صفحہ نمبر320۔

لیزر کی تاریخ

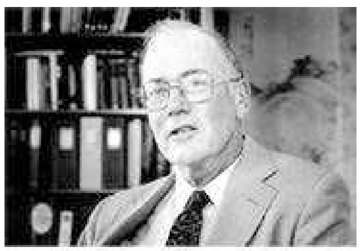
(The History of Lasers)

چارلس ایچ۔ ٹاونس*

(Charles H. Townes)

کیلی فورنیا یونیورسٹی، برکلے، امریکا

(University of California at Berkeley, USA)



© Courtesy of Charles H. Townes

جب سے انسان نے سورج کی روشنی کو پہلی بار دیکھا ہے تب سے لے کر ابھی کچھ عرصے پہلے تک اس نے جو روشنی استعمال کی ہے وہ از خود اخراج (spontaneous emission) کے ذریعے پیدا ہوتی تھی، جیسے روشن اجسام سے نکلتی بے ترتیب شعاعیں۔ لیزر، شعاعوں کے انگیختہ اخراج (stimulated emmission) کے اصول پر کام کرتا ہے۔ اس کے تحت جب سالموں یا ایٹموں کا کوئی نظام توانائی خارج کرتا ہے تو اس کی میدانی تقسیم (field distribution) اور دور (frequency)، محرک شعاعوں کے برابر ہوتی ہے، جس کی وجہ سے دونوں مکمل طور پر ہم آہنگ ہوتی ہیں۔ اس قسم کی برقی مقناطیسی (electromagnetic) شعاعوں کی کچھ نمایاں خصوصیات ہوتی ہیں۔ لیزر سے پیدا ہونے والی روشنی کی ایک باریک شعاع، بہت طویل فاصلے تک اپنی سمت اور اپنی باریکی کو برقرار رکھتی ہے۔ اسی خاصیت کی بدولت مربوط روشنی کی یہ باریک شعاع کئی مختلف قسم کے کاموں کے لیے موزوں ہوتی ہے۔ چونکہ انگیختہ اخراج سے روشنی کی شدت میں اضافہ ہوتا ہے لہٰذا اسے تقریباً لامتناہی حد تک طاقتور بنایا جا سکتا ہے۔ اس کی اس خاصیت کا اطلاق ہمیں صنعت میں دکھائی دیتا ہے جہاں لیزر کو دھاتوں اور دوسری چیزوں کو کاٹنے اور ان میں سوراخ کرنے اور انتہائی درست بصری آلات بنانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ میڈیکل یا طب میں لیزر کو آپریشن کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کے ذریعے ایسے آپریشن بھی انجام دیئے جا سکتے ہیں جو کسی دوسرے طریقے سے ممکن نہیں ہوتے۔

ہولوگرافی (Holography) اس بات پر مبنی ہے کہ جب کسی چیز کو لیزر سے روشن کر کے تصویر اتاری جائے تو اس روشنی کے مختلف محاذ موج (wave front) کو دوبارہ اسطرح باہم ملایا جا سکتا ہے کہ اس چیز کا تین اطرافی عکس (3-D image) نظر آئے۔ لیزر نے سائنسی تحقیق کی دنیا میں کئی نئی راہیں کھول دی ہیں۔ مثلاً اس

کے ذریعے نہایت درست پیمائش کے لیے آلات کی بہت سی اقسام تخلیق کی جا چکی ہیں۔ پھراس سے قلموں(crystals) ، کیمیائی ردِعمل اور آتش گیری کا مطالعہ بھی ممکن ہوا ہے۔ پلازما طبیعیات (plasma physics)،انتہائی کم درجۂ حرارت کی طبیعیات اور مواصلات میں بھی لیزر کا استعمال ہوتا ہے۔ لیزر کی طاقت کا اندازہ اس بات سے لگایا جا سکتا ہے کہ اس وقت دنیا بھر میں جتنی بجلی استعمال ہو رہی ہے ایک مختصر وقت کے لیے لیزر میں اس سے بھی زیادہ قوت پیدا کی جا سکتی ہے۔مگر ساتھ ساتھ لیزر کی شعاع اتنی حساس اور لطیف بھی ہو سکتی ہے کہ اسے ایک حیاتیاتی خلیے کو بغیر نقصان پہنچائے ایک جگہ سے اٹھا کر دوسری جگہ پہنچانے کے لیے استعمال کیا جائے۔ میں اس موقع پر لیزر کی ایجاد کے سلسلے میں نہ صرف اپنے کردار پر روشنی ڈالوں گا بلکہ اس مثال کو سامنے رکھتے ہوئے مختصراً سائنس کے کردار پر بھی بات کروں گا۔

جب میں طالب علم تھا تو میری دلچسپی بہت سی چیزوں میں تھی، جن میں تاریخ فطرت (natural history)اور حیاتیات، تیراکی، اخبار کی ادارت، فٹ بال کے بینڈ وغیرہ شامل تھے۔ آخر میں میری ان سب دلچسپیوں پر طبیعیات حاوی ہو گئی۔ جب میں نے طبیعیات کا پہلا کورس کیا تو میں اسی وقت اس کی خوبصورت منطقی ساخت سے مسحور ہو گیا تھا۔ اس طرح میری رسمی تعلیم کالٹیک (Caltech) سے پی ایچ ڈی کرنے کے ساتھ مکمل ہوئی جہاں میں نے ہم جاؤں[(i)] (isotopes) کی علیحدگی اور نیوکلیائی سپن(Nuclear Spin) کے موضوعات پر کام کیا تھا۔

اس کے بعد دوسری جنگ عظیم کے دوران میں نے بیل ٹیلی فون لیبارٹریز (Bell telephon laboratories) کے تکنیکی عملے میں شامل ہو کر راڈار جہاز رانی(radar navigation) ، بمباری کے نظام اور اس سے متعلق دوسرے تکنیکی امور پر بھرپور کام کیا۔ بعد میں، میں نے راڈار کی تحقیق میں کام آنے والی خورد موجوں[(ii)] (microwaves) کی تکنیکوں کو طیف بینی(spectroscopy) میں استعمال کرنے پر اپنی توجہ مرکوز کر دی۔ اس کے متعلق میں نے پہلے سے ہی اندازہ لگا لیا تھا کہ مجھے ایک ایسا نیا اوزار میسر آ گیا ہے جس میں برقی مقناطیسی لہروں کو کنٹرول کرنے کی صلاحیت ہے اور جس کے ذریعے ایٹموں اور سالموں (molecules) کی ساخت کا مطالعہ کیا جا سکتا ہے۔ ایسی ارتقائی منزل اور رابطہ ایک قدرتی بات تھی۔

میں جب کولمبیا یونیورسٹی میں طبیعیات کے پروفیسر کے طور پر مقرر ہوا تو وہاں بھی اپنی تحقیقات جاری رکھیں۔ میری توجہ کا مرکز خاص طور پر خورد موجوں اور سالموں کے درمیان باہمی تعامل رہا۔ میں نے سالموں، ایٹموں اور مرکزے کی ساخت کے مطالعے کے لیے خورد موجوں کو استعمال کیا۔ 1951ء میں مجھے انگیختہ اخراج کے ذریعے برقی مقناطیسی لہروں کو پیدا کرنے اور اُن کی شدت بڑھانے کا خیال آیا۔ اس کے چند ماہ بعد

میرے معاونین اور میں نے مل کر ایک آلہ تیار کرنا شروع کیا جس میں امونیا گیس کو فعال واسطہ (active medium) کے طور پر استعمال کیا گیا۔ تین سال کی محنت کے بعد ہم ایک کارآمد آلہ تیار کرنے میں کامیاب ہو گئے۔ میرے طلبہ اور میں نے اس کا نام میزر (maser) رکھا جو کہ اِن الفاظ کا مخفف ہے، 'خورد شعاعوں کی بڑھوتری بذریعہ انگیختہ اخراج (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation)-1958ء میں نے اپنے برادرِ نسبتی، آرتھر شاؤلو (Arthur Schawlow) کے ساتھ مل کر نظریاتی طور پر ثابت کیا کہ میزر کا عمل بصری اور زیرِ سرخ (Infrared) شعاعوں کے طول موج پر بھی موجود ہو سکتا ہے اور چند ایسے نظاموں کی بھی نشاندہی کی جن میں ایسا ممکن ہے۔ اس کے نتیجے میں ہم نے مشترکہ طور پر بصری اور زیرِ سرخ میزرز یا لیزرز (Laser) پر ایک مضمون بھی شائع کیا۔ لیزر، روشنی کی بڑھوتری بذریعہ انگیختہ اخراج (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) کا مخفف ہے۔ اس سے آگے کی باتیں تاریخ کا حصّہ ہیں جنہیں سب جانتے ہیں۔

کوانٹم برقیات اور فلکیات میں میری دلچسپی میساچوسیٹس انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (MIT) اور بعد میں یونیورسٹی آف کیلیفورنیا برکلے (University of California,Berkely) میں بھی برقرار رہی اور یہ آج بھی میری سرگرمیوں کا مرکز ہے۔ اس بات میں کچھ سچائی ضرور ہے کہ سائنس میں انفرادی طور پر کچھ بڑی اہمیت کا کام کر دکھانا ممکن ہے اور لیزر کی ایجاد اس کا واضح ثبوت ہے۔ لیکن آج لیزر کے استعمال میں جو وسعت حاصل ہوئی ہے اس کا اس وقت کسی کو اندازہ بھی نہیں تھا جس وقت لیزر کی ایجاد ہوئی تھی اور یہ کسی ایک فرد کی کوششوں سے ممکن ہو ہی نہیں سکتی تھی۔ عام طور پر سائنس میں وسیع پیمانے پر ترقی ایک سماجی عمل ہے۔ اس کا انحصار سخت محنت اور کئی سائنسدانوں کے درمیان باہمی تعاون اور اس معاشرے کی حمایت پر ہوتا ہے جس میں یہ رہ رہے ہوتے ہیں۔ سائنسدان ہمیشہ ان دیو قامت ہستیوں کے کندھوں پر سوار ہو کر کچھ کر پاتے ہیں جن ہستیوں نے ماضی میں کارہائے نمایاں انجام دیئے ہوتے ہیں۔ کوئی بھی فرد اس پر جوش وسیع تعاون کے مجموعی اثرات اور سائنس کے لیے کی گئی بے شمار انفرادی خدمات کو سراہے بغیر ان سائنسی کوششوں کا لازمی حصہ نہیں بن سکتا۔ نہ ہی کوئی سائنسدان اس بات پر غور وفکر کیے بغیر اپنی دنیا کا لازمی حصہ بن سکتا ہے کہ کسی طرح انسانی زندگی کے مختلف پہلوؤں کو ان مجموعی اثرات کے ذریعے اور زیادہ فائدہ پہنچایا جائے جو سائنس ہی کی طرح انسانی کوششوں کے ایک بڑے حصے کو جمع پذیر (additive) اور حمایت یافتہ (supportive) بنانے سے حاصل ہو سکتے ہیں۔ ہماری فطرت اہم انسانی ضرورتوں اور مقاصد کا واضح طور پر اندازہ قائم کرنے کے لیے اُن معاملات میں زیادہ شدت کے ساتھ دباؤ کا شکار ہوتی ہے جو غیر سائنسی ہوتے ہیں اور انھیں سرانجام دینے

کے لیے معروضیت (objectivity) اختیار نہیں کی جا سکتی ۔ یہ معاملات ایسے ہیں کہ ان میں تجربات کے ذریعے غلطیوں کی اصلاح کا موقع شاذ ہی ملتا ہے لیکن سائنس سب پر حاوی ہے اور یہ ثابت کرتی ہے کہ سچ کی بامقصد اور پرخلوص تلاش میں استقامت اور بہت سی مسلسل چھوٹی چھوٹی انفرادی کوششوں کا اجتمائی نتیجہ بہت بڑا ہوسکتا ہے۔

لیزر، سائنسی دریافتوں اور ایجادات کے ایک اور پہلو کو اُجاگر کرتا ہے۔ لیزر کے استعمال نے کئی طریقوں سے جہاں انسانوں کو غیر معمولی فائدے پہنچائے ہیں وہاں چند ایک ایسے بھی ہیں جو مفید نہیں ہیں۔ تاہم سائنس کو بعض اوقات تباہ کن مقاصد کے لیے استعمال کیے جانے کا خوف سائنس کو ترک کرنے کا جواز نہیں ہو جا سکتا۔ اسے ترک کرنے کا مطلب یہ ہے کہ اس میں انسانیت کو دکھوں سے بچانے اور انسانوں کو بہترین سہولتیں فراہم کرنے کی جو بھرپور صلاحیت ہے اس کو بھی گنوا دیا جائے۔ جب تک انسانی ذہن متجسس رہے گا وہ نئے مناظر تلاش کرتا اور ایجادات کرتا رہے گا۔ ہماری کامیابی کا انحصار ہماری اس صلاحیت پر ہے کہ ہم اس انسانی خصوصیت کو اچھے طریقے سے استعمال کرسکیں۔

حواشی

* تعارف: چارلس ہارڈ ٹاؤنس (Charles Hard Townes) 2015ء - 1915ء امریکا کے طبیعیات دان تھے۔ انہیں میزر (maser) کے متعلق ان کے نظریے اور اس کے اطلاق کے حوالے سے پہچانا جاتا ہے۔ اس کے علاوہ ان کے کوانٹم برقیات پر کام کا تعلق میزر اور لیزر کے آلات سے ہے۔ انہیں 1964ء میں نیکولے باسوف (Nikolay Basov) اور الیگزینڈر پروخوروف (Alexander Prokhorov) کے ساتھ طبیعیات کا نوبل انعام ملا تھا۔ انہیں بے شمار اعزازات سے نوازا گیا اور ایک جاپانی کمپنی نے ان کے اعزاز میں اپنے کمپیوٹر کا نام ان کے نام پر رکھ دیا ہے۔

(i)۔ ہم جا یہ (Isotope) ایک ہی عنصر کی دو یا اس سے زیادہ ایسی قسموں کو کہتے ہیں جن کے مرکزے میں پروٹونز (protons) کی تعداد تو ایک جیسی ہوتی ہے مگر نیوٹرونز (neutrons) کی تعداد مختلف ہوتی ہے۔ اس طرح ان کی ایٹمی کمیت مختلف ہوتی ہے لیکن کیمیائی خصوصیات ایک جیسی ہوتی ہیں۔

(ii)۔ خورد موجیں (Microwaves) ان لہروں کو کہتے ہیں جن کی طولِ موج کی لمبائی ایک ملی میٹر سے ایک میٹر تک اور ان کی فریکوینسی تین سو میگا ہرٹس (Mega Hertz) سے تین سو گیگا ہرٹس (Giga Hertz) کے درمیان ہوتی ہے۔

تجسس کی طرف جھکاؤ

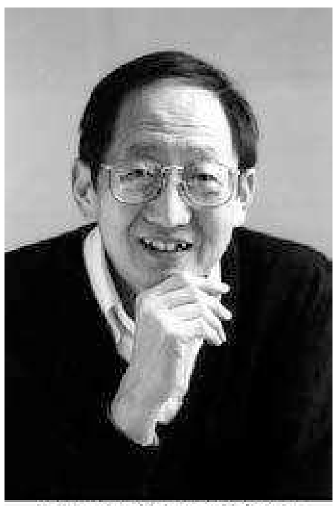
(Curiosity has been My Bent)

ڈینیل سی۔ شوئی*

(Daniel C. Tsui)

پرنسٹن یونیورسٹی، امریکا

(Princetion University, USA)



© Courtesy of Princeton University

میری زندگی نے کئی سفر طے کیے ہیں۔ میرا بچپن چین کے صوبہ ہینان(Henan) کے ایک دور افتادہ گاؤں میں گزرا، جہاں میری اہم سرگرمی اپنے والد کی فصلوں کی دیکھ بھال اور اُنھیں کاٹنے میں مدد کرنا تھا۔ میرے والدین جنہیں کبھی اس بات کا موقع ہی نہیں ملا کہ وہ لکھنا اور پڑھنا سیکھ سکیں انھیں اس بات کا احساس تھا کہ اُس وقت میرے لیے گاؤں میں مناسب تعلیم حاصل کرنا ممکن نہیں تھا۔ اس لیے جب تعلیم کا پہلا اور شاید اکلوتا موقع ملا تو اُسے ہاتھ سے نہیں جانے دیا گیا۔ اس طرح میں اپنے ایک رشتہ دار کے ساتھ اپنے گھر سے بہت دور گیارہ سال کی عمر میں ہانگ کانگ چلا گیا۔

میں نے ہانگ کانگ میں جس سکول میں داخلہ لیا اُس کا نام پوئی چنگ(Pui Ching) تھا۔ اس اسکول میں خاص طور پر سائنس کے مضامین میں چند بہت ہی غیر معمولی اساتذہ تھے جنھوں نے میرے اندر علم کی لگن پیدا کر دی۔ عام حالات میں ان اساتذہ کو چین کی کسی یونیورسٹی کا پروفیسر ہونا چاہیے تھا، لیکن جنگ کے ہنگاموں نے انہیں چین چھوڑنے پر مجبور کر دیا اور ان کے لیے ہائی سکول میں پڑھانے کے سوا کوئی اور چارہ نہ رہا۔ ان اساتذہ نے لاشعوری طور پر ہمیں یہ پیغام دیا کہ ایک بڑے تجارتی شہر میں رہتے ہوئے ہمیں دولت کی چکا چوند سے آگے دیکھنا اور انسانی علم کی نئی سرحدوں کی تحقیق کو عقل وفہم کے لیے فائدہ مند اور ذہنی آزمائش کے طور پر لینا ہے۔

میں ڈاکٹر بننا چاہتا تھا اور مجھے نیشنل تائیوان یونیورسٹی کے میڈیکل سکول میں داخلہ مل گیا تھا۔ تاہم

فیس دینے کے لیے میرے پاس رقم نہیں تھی۔ مجھے وظیفے کی ضرورت تھی اور یہ ضرورت مجھے اپنے چرچ کے پادری کی مادرِعلمی یعنی امریکا کے آگسٹانا کالج (Augustana College) لے گئی جہاں سے میں نے خصوصی مضمون ریاضی کے ساتھ گریجویشن کی ۔ اس دوران میں سی ۔این۔ یانگ (i) (C.N.Yang) اور ٹی۔ڈی۔لی (ii) (T.D.Lee) سے بہت متاثر ہوا۔انھوں نے 1957ء میں طبیعیات کا نوبل انعام حاصل کیا تھااوران دونوں نے شکاگو یونیورسٹی میں تعلیم حاصل کی تھی۔اس لیے میں نے گریجویٹ سکول کے لیے شکاگو یونیورسٹی کا ہی انتخاب کیااور یہاں میں نے تجرباتی طبیعیات کو اپنا خاص مضمون رکھا۔ یہاں پروفیسر رائل سٹارک(Royal Stark) کے ماتحت کام کرنا میرے لیے بہت اطمینان بخش ثابت ہوا۔ وہ توانائی سے بھرپور نوجوان اورٹھوس حالت (solid state) کے تجرباتی طبیعیات دان تھے۔ان کے ساتھ مجھے اپنے ہاتھوں سے کام کرنے اور نچلی سطح سے اوپر کی طرف سیکھنے کا بھرپورموقع ملا۔ مجھے یہاں انجینئرنگ کی ڈرائنگ تیارکرنا،ٹانکا لگانااورخرادمشین پر چیزیں بنانا سے لے کر لیبارٹری کے آلات تیارکرنا تک سکھایا گیا۔

میں نے 1968ء میں شکاگو یونیورسٹی سے تعلیم مکمل کرنے کے بعد نیوجرسی کی بیل لیبارٹریز (Bell Laboretries) میں ٹھوس حالت کی طبیعیات (solid state physics) پرتحقیقات کا کام شروع کیا۔یہیں سے میں ایک اورسفر پر روانہ ہوا۔ میں طبیعیات کے تجربات میں کام آنے والی دھاتوں کے معروف منظر کو اپنے پیچھے چھوڑ کر ایک نئی دنیا میں داخل ہوگیا تھا۔ یہ ایک اجنبی موضوع تھا جسے آج ہم نیم موصل میں نچلی جہت کی برقیائی طبیعیات (low dimension electron physics in semiconductors) کہتے ہیں۔ میں نے اپنے کسی اورمضمون میں اس تبدیلی کو یوں بیان کیا تھا کہ یہ ''بھٹک کر کسی نئی سرحد میں داخل ہونے'' جیسا تھا۔کم سے کم میرے ساتھ تو یہی ہوا ہے کہ میں نے جو کچھ دریافت کیا ہے وہ مختلف تجربات کومختلف تبدیلیوں کے ساتھ بار بار کرنے ،بیل لیب کے اُس وقت کے ہیجان انگیز ماحول میں دوسرے سائنسدانوں سے تبادلہ خیالات کرنے ،متعلقہ نظریاتی خیالات (theoretical ideas) پرسوچنے،مختلف تکنیکی ترقیوں سے استفادہ کرنے اوردوسروں کے ساتھ مل کرکام کرنے سے حاصل ہوا۔ کچھ وقت لگا لیکن تجربات نے میرے کئی اندازوں کوصحیح ثابت کیا۔ان تجربات سے اضافی معلومات بھی حاصل ہوئیں جن سے یہ واضح ہوگیا کہ آگے چل کرکیا حاصل ہوگا۔

جس دریافت پر مجھے1998ءمیں طبیعیات کانوبل انعام دیا گیا،اس پر میں نے اور ہورسٹ سٹارمر (Horst Stormer) نے 1982ء میں مل کرکام کیا تھا اور یہ دریافت کیا تھا کہ ''ایک مضبوط مقناطیسی میدان (magnetic field) میں ہم آہنگی سے کام کرنے والے الیکٹرون نئی قسم کے ایسے "ذرات" پیدا کر سکتے ہیں جن

پرالیکٹرون کے چارج کا جزوی چارج ہوتا ہے۔'' ہماری اس دریافت کونوبل انعام کی کمیٹی نے یوں بیان کیا تھا کہ ''یہ انعام ان کی ایک نئی قسم کے کوانٹم مائع کی دریافت پر دیا گیا ہے جس میں جزوی برقی چارج والی بلند توانائی کی حالتیں (excitations) موجود ہیں۔'' 1982ء میں ہم نے ان غیر متوقع اور لہوگرما دینے والے نتائج سے ایک نظریاتی سائنسدان رابرٹ لافلن (Robert Laughlin) کو آگاہ کیا جو ایک سال کے اندر ہی ایسی مساواتیں لے آیا جو ہماری دریافت کو نظریاتی سند فراہم کرتی تھیں۔ وہ بھی نوبل انعام میں ہمارا شریک تھا۔

میری کہانی پڑھنے کے بعد آپ نے اندازہ لگا لیا ہوگا کہ نہ تو میں نے بچپن میں کوئی دلچسپ سائنسی تجربات کیے اور نہ ہی مجھے عظیم بصیرت کے لمحات میسر آئے۔ لیکن میں اتنا ضرور کہہ سکتا ہوں کہ میرا جھکاؤ تجسس کی طرف رہا ہے، جو مجھے سائنسی علوم کی حدوں تک لے گیا۔ یہ میری خوش قسمتی ہے کہ میں نے تجرباتی طور پر ایسے مظاہر دریافت کیے جو نئی دریافتوں اور سوجھ بوجھ کا سبب بنتے رہے۔ مجھے پرنسٹن میں پڑھاتے اور طلبہ کو ان کی تحقیق میں رہنمائی کرتے ہوئے دوعشروں سے زیادہ ہوگیا ہے۔ یہ بات مجھ پر اچھی طرح واضح ہے کہ سائنس میں ایسی تجسس سے پُر بصیرتوں اور بارآور تکنیکی ترقی کی کوئی کمی نہیں ہے جنھیں ابھی دریافت ہونا باقی ہے۔

حواشی

* **تعارف:** ڈینیل سی۔شوئی (Daniel C. Tsui)، چینی نژاد امریکی طبیعیات دان ہیں ان کی پیدائش 1930ء کی ہے۔ ان کی تحقیق میں باریک تہوں (thin film) کی برقی خصوصیات، نیم موصل کی خرونی ساخت اور ٹھوس حالت کی طبیعیات شامل ہے۔ شوئی (Tsui)، سٹرامر (Stromer) اور لافلن (Laughlin) کو 1968ء میں طبیعیات کا نوبل انعام جس عمل کو دریافت کرنے پر ملا اُسے کسری کوانٹم ہال اثر (Fractional Quantum Hall Effect) کہا جاتا ہے۔

(i)۔ سی۔این۔یانگ (C.N.Yang)، 1922ء میں چین کے علاقے ہوفی (Hofei) میں پیدا ہوئے۔ انھوں نے چنگ ہوا (Tsinghua) یونیورسٹی میں تعلیم پائی۔ 1948ء میں شکاگو یونیورسٹی سے پی ایچ ڈی کی ڈگری حاصل کی۔ انہیں 1957ء میں ایک اور چینی سائنسدان ٹی۔ڈی۔لی (T.D.Lee) کے ساتھ مشترکہ طور پر نوبل انعام ملا۔

(ii)۔ٹی۔ڈی لی (T.D.Lee)، 1926ء میں شنگھائی میں پیدا ہوئے۔ چینی حکومت کے وظیفہ پر 1950ء میں شکاگو یونیورسٹی سے اینریکو فرمی (Enrico Fermi) کی نگرانی میں پی ایچ ڈی مکمل کی۔ انہیں 1957ء میں بنیادی ذرات سے متعلق پیرٹی (Parity) کے قوانین پر گہری تحقیقات پر سی۔این۔یانگ کے ساتھ مشترکہ نوبل انعام ملا۔

مشاہدات سے اطلاقات اور بہتری پیدا ہوتی ہے

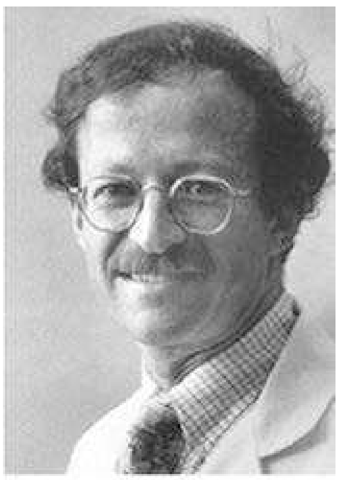
(Observations Give Rise to Applications and Improvement)

ہیرولڈ وارمس*

(Harold Varmus)

میموریل سلون کیٹرنگ کینسر سینٹر، امریکا

(Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, USA)



© Courtesy of Harold Varmus

بہت سے ایسے لوگوں کے برعکس جنھوں نے سائنس کے پیشہ میں بھرپور کامیابیاں حاصل کیں، مجھے زندگی کے اُن ابتدائی سالوں میں جنھیں عام طور پر ''شخصیت کی تشکیل کے سال'' (formative years) کہا جاتا ہے، نہ تو تجربہ گاہوں سے اور نہ ہی فطرت کے عجائبات سے کوئی خاص دلچسپی تھی۔ میں نیویارک شہر کی ایک نواحی بستی میں پروان چڑھا، جہاں میں نے گریڈ اسکول اور ہائی اسکول تک تعلیم حاصل کی۔ اِن برسوں میں زیادہ عرصے کے دوران میرا مطمعِ نظر وہی رہا جو عام طور پر اس عمر کے طالب علموں کا ہوا کرتا ہے، یعنی اسکول میں بلا کسی تخصیص کے ہر مضمون میں اچھی کارکردگی دِکھانا، کھیلوں اور دعوتوں کا لطف اُٹھانا۔ میں کوئی بہت اچھا کھلاڑی نہیں تھا اور ہائی اسکول میں مجھے اپنی جماعت میں دوسروں کی نسبت زیادہ ''دانشور'' غالباً اس لیے سمجھا جاتا تھا کیونکہ ادب اور سیاست میں میری بہت گہری دلچسپی تھی۔ میرے والد کیونکہ ایک معالج تھے اور اپنے پیشے سے گہرا لگاؤ رکھتے تھے اس لئے کالج میں داخلہ میں نے اس ارادے سے لیا تھا کہ خود کو میڈیکل اسکول کے لیے تیار کروں گا۔ مگر میری انڈر گریجویٹ زندگی کے دلچسپ ترین واقعات انگریزی ادب کے مطالعے کے دوران اور کالج کے اخبار کے مُدیر کی حیثیت سے ذمہ داریاں نبھاتے ہوئے پیش آئے۔ یوں کالج کے بعد میں نے ادب میں اعلیٰ تعلیم حاصِل کرنے کے لیے کمر کس لی۔

ادب میں گریجویشن کی تعلیم کے ابتدائی دنوں میں ہی مجھے اس بات کا احساس ہو گیا کہ یہاں زندگی کے بارے میں وہ سائنسی طرزِ فکر مفقود ہے، جس کی اہمیت کا مجھے پہلے احساس نہیں تھا۔ یعنی مظاہرِ فطرت کے

مشاہدے کے ذریعے نتائج اخذ کرنیکی قدرت حاصل کرنا اور اسکے نتیجے میں حاصل ہونے والے علم کو مسائل کے حل کے لئے استعمال کرنا تا کہ لوگوں کی زندگی کو بہتر بنایا جا سکے۔ چونکہ میں میڈیکل کی تعلیم کے لیے مطلوب ابتدائی سطح کا نصاب مکمل کر چکا تھا اس لیے سائنس کو اپنی زندگی میں واپس لانے کا آسان ترین طریقہ مجھے یہی سوجھا کہ میڈیکل اسکول میں داخلہ لے لوں۔ چنانچہ میں نے یہی کیا۔ تاہم نیویارک شہر کے میڈیکل سکول میں حصولِ تعلیم اور اس کے بعد کی تربیت کے دوران میری دلچسپی اُن نئے ایجاد ہونے والے طریقۂ کار میں بڑھتی چلی گئی جن کے ذریعے سرطان(cancer)، متعدی امراض (infectious diseases) اور خون کی بیماریوں (blood disorders) اور دیگر امراض کو، خلیوں (Cells)، سالموں (molecules) اور جینز (genes) کے مطالعہ کے ذریعے سمجھا جا سکتا تھا۔ یہ تحقیقی مواقع علم کی ایک نئی شاخ، سالماتی حیاتیات (molecular biology) کے وجود میں آنے سے پیدا ہوئے تھے۔ چنانچہ میں نے بیتھیسڈا میری لینڈ (Bethesda Maryland) میں واقع قومی ادارہ برائے صحت (National Institute of Health) کی تجربہ گاہ میں پہلی بار سنجیدگی سے تحقیقی کام کا آغاز کیا جبکہ میں نسبتاً زیادہ عمر یعنی 28 سال کا ہو چکا تھا، (سائنس کے میدان میں اترنے کے لیے اتنا طویل راستہ میں دوسروں کے لیئے تجویز نہیں کروں گا تاہم یہ یاد رکھنا شاید مفید ہو کہ کبھی کبھی ایسا ہوتا ہے کہ آغاز تاخیر سے کیا گیا ہو اور پھر بھی تسلّی بخش نتائج حاصل کر لیے گئے ہوں)۔

این آئی ایچ(NIH) میں تجرباتی کام کے دوران مجھے یہ علم ہوا کہ کس طرح گلوکوز یا سائیکلک اے ایم پی (cyclic AMP) جیسے چھوٹے کیمیائی مادے اُن جینز (genes) کا طرزِ عمل بدل دیتے ہیں جو بیکٹیریا کے اندر خلیوں کے کیمیائی تعامل(cell metabolism) کو قابو میں رکھتے ہیں۔ میں نے جس تیزی اور جس پُر جوش طریقے سے خود کو ایک معالج سے، جو مریضوں کی دیکھ بھال کرتا ہے، ایک سائنسدان کے روپ میں ڈھال لیا تھا اس سے حوصلہ پا کر میں نے یہ باور کر لیا کہ میں اپنے اندر ایک اور تبدیلی بھی لا سکتا ہُوں۔ یعنی یہ کہ اسی طرح کے طریق کار کو استعمال کر کے یہ سمجھ سکوں کہ ایسا کیا ہوتا ہے جس سے ایک عام خلیہ سرطان(cancer) کے خلیے میں تبدیل ہو جاتا ہے یا ایک جانور کے خلیے میں وائرس(virus) پروان چڑھنے لگتا ہے۔

چنانچہ میں نے وائرس(virus) اور سرطان (cancer) پر کام کرنے کا طریقہ سیکھنے کے لیے سان فرانسسکو (San Francisco) میں یونیورسٹی آف کیلی فورنیا کے میڈیکل اسکول (University of California Medical School) کی تجربہ گاہ میں ملازمت حاصل کر لی۔ یوں میں نے جس کام کا آغاز کیا وہ تجربات کا ایسا سلسلہ بن گیا جو بیس سال سے زائد عرصہ جاری رہا۔ اِس کا مقصد یہ معلوم کرنا تھا کہ سرطان کا سبب بننے والے وائرس(virus) کی ایک قسم ریٹرووائرس(retrovirus) کی افزونی(multiplication) کس

طرح ہوتی ہے اور یہ کہ کچھ ریٹروو ائرس کس طرح خلیے کے طرزِ عمل کو اس طرح تبدیل کر دیتے ہیں کہ متاثرہ خلیہ گلٹی (tumor) بنا دیتا ہے۔ اس تحقیق کے دوران میں نے اور میرے ساتھیوں نے دریافت کیا کہ کینسر کا سبب بننے کی صلاحیت رکھنے والا ایک واحد وائرل جین (viral gene) کسی جانور کے عام خلیوں میں پائے جانے والے ایک جین سے بنتا ہے۔ مزید برآں یہ بھی پتا چلا کہ آبائی جین (progenitor gene) ایسے کام سر انجام دیتی ہے جو ایک جانور کی نشو و نما کے لیے ضروری ہوتے ہیں۔ اس دریافت سے پہلی مرتبہ جس بات کا ادراک ہوا اُسے بعد ازاں میں نے اور دوسروں نے، بہت سے دوسرے نام نہاد اونکو جینز (oncogenes) یعنی کینسر جینز (cancer genes) کے بارے میں درست پایا۔ ان میں سے بہت سی اونکو جینز کے بارے میں آج یہ بات علم میں آ چکی ہے کہ انسانوں میں کینسر پیدا کرنے کے اسباب میں ان کا عمل دخل ہوتا ہے، یہاں تک کہ اُس صورت میں بھی جبکہ (جیسا کہ عام طور پر ہوتا ہے) وائرس (viruses) موجود نہ بھی ہوں۔

جینز (genes) کے متعلق ان دریافتوں کی وجہ سے اب اُن طریقہ کار میں تبدیلیاں آنا شروع ہو گئی ہیں جن کے ذریعہ سے کینسر کی تشخیص، درجہ بندی اور اس کا علاج کیا جاتا ہے۔ اونکو جینز (oncogenes) کی پیداوار کو روکنے کے لیے علاج کے متعدد نئے طریقے وضع کیے جا چکے ہیں۔ آج لوگ مستقبل قریب میں کینسر پر قابو پا لیے جانے کی جو اُمید رکھتے ہیں اس کی وجہ بڑی حد تک کینسر کی شروعات سے متعلق ہماری سوچ میں بنیادی تبدیلی ہی ہے۔ ایک ایسے شخص کی حیثیت سے، جو ایک ایسا بڑا مرکز چلا رہا ہے جہاں کینسر پر تحقیق کرنے کے ساتھ ساتھ کینسر کے مریضوں کا علاج بھی کیا جاتا ہے، میں ان تبدیلیوں کو بے حد اطمینان بخش اور امید افزا گردانتا ہوں۔ اس کام نے ادب کی تعلیم کو خیر باد کہہ دینے کے میرے فیصلہ کو درست ثابت کر دیا ہے اگرچہ آج بھی میں سب سے زیادہ لطف جس چیز سے اٹھاتا ہوں اس میں ناولوں کا مطالعہ اور شیکسپیئر کے ڈرامے دیکھنا ہے۔

حواشی

* **تعارف:** ہیرولڈ ایلیٹ وارمس (Harold Eliot Varmus) 1939ء میں پیدا ہوئے۔ انھوں نے جے مائیکل بشپ (J. Michael Bishop) کے ساتھ 1989ء میں میڈیسن کا نوبل انعام حاصل کیا۔ وہ امریکا کی خارجہ تعلقات کی کمیٹی کے رکن اور امریکی صدر اوباما کی سائنس اور ٹیکنالوجی کی کونسل کے مشترکہ چیئر مین ہیں۔ ان کی کتاب ''سائنس کا فن اور سیاست'' (The Art and Politics of Science) 2009ء میں شائع ہوئی۔

انعام بخش زندگی

(A Rewarding Life)

رافیل وکونیا*

(Rafael Vicuña)

چلی پونتی فیسیا کیتھولک یونیورسٹی، سنتیاگو

(Pontificia Univeristy Católica de Chile, Santiago)



© Courtesy of Rafael Vicuña

میری پیدائش 1949ء کے موسم بہار میں چلی کے شہر سنتیاگو میں ہوئی تھی۔ میرے خاندان کو روایت پسند کہا جا سکتا ہے۔ میرے آباواجداد نے سیاست، کاروبار اور کیتھولک چرچ میں بھی نمایاں کردار ادا کیا تھا۔ مجھ سے پہلے ہمارے خاندان میں کوئی سائنسدان نہیں ہوا، اس لیے میں یہ بات پورے یقین کے ساتھ کہہ سکتا ہوں کہ میں نے اپنی زندگی سائنس کے لیے وقف کرنے کا فیصلہ کسی رشتے دار سے متاثر ہو کر نہیں کیا تھا۔ اسی وجہ سے میں نے ہمیشہ اپنے آپ کو اپنے خاندان کی ''کالی بھیڑ'' سمجھا ہے۔ میرے اندر سائنسدان بننے کی تحریک ہائی سکول کے سائنس کے اساتذہ نے بھی پیدا نہیں کی تھی، بلکہ ہائی سکول پہنچنے سے پہلے ہی میری زندگی کا یہ چلن طے پا چکا تھا۔ اس معاملے میں میں یہی کہہ سکتا ہوں کہ جہاں تک مجھے یاد پڑتا ہے میں ہمیشہ سے ہی فطرت کو سمجھنے کی لگن رکھتا تھا۔ میں آج بھی اپنے بچپن کی ان سائنس کی کتابوں کو ساتھ رکھتا ہوں جو میرے والد نے میری سالگرہ یا کرسمس کے موقع پر مجھے تحفے میں دی تھیں۔

میں نے پہلے چلی یونیورسٹی(University of Chile) میں حیاتیاتی کیمیا(Biochemistry) کی تعلیم حاصل کی جہاں میں نے لیبارٹری کی تربیت پروفیسر اوسوالڈو کوری[(i)](Osvaldo Cori) سے حاصل کی۔ اِن ابتدائی سالوں میں، مَیں ڈاکٹر کوری کی انسانی اقدار اور سائنسی کام میں انتہائی ترقی یافتہ قسم کی سخت گیری سے بہت متاثر ہوا۔ 1974ء میں، میں نے نیویارک کے البرٹ آئن سٹائن میڈیکل کالج (Albert Einstein College of Medicine) میں پی ایچ ڈی کرنے کے لیے داخلہ لیا۔ یہاں مجھے ماسٹرز کی ڈگری

1976ء میں اور پی ایچ ڈی کی ڈگری 1978ء میں ملی۔ میرا پی ایچ ڈی کا مقالہ ڈاکٹر جیرارڈ ہورونز (Dr. Jerard Hurwitz)[ii] کی رہنمائی میں تیار ہوا۔ انھوں نے ہی مجھے ان تنقیدی دلائل کے راستے پر ڈالا جو سائنسی پختگی کے لیے لازمی ہوتے ہیں۔ اگست 1978ء میں چلی کی کیتھولک یونیورسٹی نے میری خدمات حیاتیاتی سائنس کے شعبے کے لیے حاصل کر لیں۔ تب سے میں یہیں کام کر رہا ہوں۔ شروع میں، میں نے ان پروفیسروں کے اشتراک سے کام کیا جو ڈی این اے (DNA) کی نقل تیار کرنے میں مصروف کار تھے۔ پی ایچ ڈی کے لیے میرے مقالہ کا موضوع بھی یہی تھا۔ اس دوران میرا بنیادی اہم کارنامہ یہ تھا کہ میں نے دو ایسی پروٹین (proteins) کے اجزاء کو شناخت کیا اور ان کے خواص کی نشاندہی کی جو کہ fX174 جرثوموں کے وائرل ڈی این اے (Viral DNA) پر بطورِ خاص ایسے اثر انداز ہوتی تھیں کہ وہ دوسرے ایک لڑی والے جرثومے مثلاً fd یا M13 کی ڈی این اے نقل کرنے والی مشینری کو استعمال نہیں کر سکتے تھے۔ بعد میں، میں نے خود اپنا ریسرچ پروجیکٹ شروع کیا جو گرمی میں رہنے والے انتہائی تھرموفیلک بیکٹیریا (thermophilic bacteria) کے متعلق تھا۔ میں نے اپنے گروپ میں شامل ساتھیوں کے ساتھ مل کر ان خامروں (enzymes) کی خاصیت معلوم کی جو تھرمس (thermus) نامی گروہ (genus) کے بیکٹیریا کے اندر تحدید و تغییر (restriction-modification) کے نظام میں شامل ہیں۔ اس کے ساتھ ساتھ ان بیکٹیریا کے پلازمڈز (plasmids) کی ساخت بھی معلوم کی جو اپنی مثل آپ پیدا کر سکتے ہیں۔ ان پلازمڈز میں سے کئی ایک کو بعد میں میرے دوسرے ساتھیوں نے تھرموفیلک بیکٹیریا کے ڈی این اے کی منتقلی کے نظاموں میں ویکٹر (vector) کے طور پر استعمال کیا۔ ان ابتدائی سالوں میں ہم نے مزید یہ کیا کہ تھرمس تھرموفلس (thermus thermophilus) میں سے ڈی این اے کے خامرے پولیمریز (polymerase) کو علیحدہ کر کے اس کی خصوصیات کا مطالعہ کیا۔ اس کے بعد پی سی آر (polymerase chain reaction) کی تکنیک میں ترقی کی وجہ سے ہمارے اِس تحقیقی مقالہ کے بار بار حوالے دیئے گئے۔

1986ء میں مجھے گوگن ہائم (Guggenheim) فیلوشپ ملی جو مجھے چار ماہ کے لیے ڈاکٹر کینٹ کرک (Kent Kirk) کے اس گروپ میں لے گئی جو جنگل کی پیداوار کی لیبارٹری (Forest Product Laboratory) میں کام کر رہا تھا۔ یہ لیبارٹری، امریکا کے میڈیسن شہر میں واقع وسکونسن یونیورسٹی (University of Wisconsin) میں ہے۔ ڈاکٹر کرک کی یہ لیبارٹری دنیا کے ان راہنما اداروں میں شمار ہوتی ہے جو لکڑی میں موجود لگنن (lignin) کے حیاتیاتی طور پر گل سڑ جانے (biodegradation) کی تحقیق کے لیے مشہور ہیں۔ میری یہ خواہش تھی کہ ان کے کام سے ملتے جلتے مگر کسی ایسے کام کے لیے ایک طویل المدت تحقیقاتی منصوبے پر کام کیا جائے جس پر قدرے کم توجہ دی گئی ہو۔ سنتیا گو واپس پہنچ کر میں نے لگنن (lignin) سے متعلق خوشبودار مرکبات (aromatic

(compounds) میں کیمیائی تبدیلی لانے (metabolism) میں مختلف بیکٹیریا (bacteria) کے کردار کا مطالعہ شروع کر دیا۔ اس شعبے میں تحقیق کے دوران ہمیں جو اہم کامیابیاں ملیں وہ یہ تھیں کہ ہم ان قدرتی بیکٹیریا کی اقسام (strains) کو علیحدہ کرنے، ان کی شناخت کرنے اور خصوصیات معلوم کرنے میں کامیاب ہو گئے جو لگنن طرز کے کیمیائی مرکبات میں تبدیلیاں لا سکتے ہیں۔ جن واسطوں سے نئی قسم کے درمیانی مرکبات تشکیل پاتے ہیں اُس کی بھی توضیح کر دی گئی۔ اس کے علاوہ ہمیں ایک خامرے بینزایلڈی ہائیڈ لائی ایز (benzaldehyde lyase) کی دریافت، ترتیب شماری (sequencing) اور اُس کی نقل بنانے (cloning) میں بھی کامیابی ہوئی۔ 1990ء کی دہائی کے اوائل میں، میں نے اپنی تحقیق کے راستے کو بدل کر پھپھوندی (fungus) پر توجہ مرکوز کرنے کا فیصلہ کیا کیونکہ قدرت کے کارخانے میں لگنن کی توڑ پھوڑ (ligninolytic) کے عمل میں یہ خوردبینی جاندار بہترین استعداد کے حامل ہوتے ہیں۔

چونکہ بہت سے گروپ پھپھوندی کی اس قسم کا مطالعہ کر رہے تھے جسے فینیر وکیٹ کرائسوسپوریم *(Phanerochaete chrysosporium)* کہتے ہیں، اس لیے میں نے ایک ماڈل کے طور پر بیسی ڈاؤ مائی سِیٹ (basidiomycete) پھپھوندی کا انتخاب کیا اور اس کی ایک قسم سیریپور یوپسس سب ورمی سپورا *(Ceriporiopsis subvermispora)* کا مطالعہ کیا کیونکہ یہ پھپھوندی لکڑی پر پھیلنے کے دوران خصوصی طور پر لگنن کا انتخاب کرتی ہے۔ تب سے ہم نے یہ واضح کیا ہے کہ اس پھپھوندی کا لگنن کی توڑ پھوڑ والا نظام مینگنیز (manganese) پر مشتمل پرآکسی ڈیز (peroxidase) یعنی MnP اور ایسے فینول آکسی ڈیز (phenol oxidase) سے بنتا ہے جس میں تانبا شامل ہوتا ہے اور جسے لیکیسیز (Laccase) کہتے ہیں۔ ہم نے سی۔ سب ورمی سپورا (C.subvermispora) کے ذریعے لگنن کے انحطاط اور مینگنیز پرآکسی ڈیز (MnP) اور لیکیسیز کی پیداوار کے درمیان باہمی تعلق بھی دریافت کیا۔ یہ دونوں خامرے آئسو فارمز (isoforms) کے اس خاندان سے تعلق رکھتے ہیں جو ایک ہی پروٹین کی مختلف اقسام میں سے ہوتے ہیں اور جب آئیسو الیکٹرک فوکسنگ (isoelectric focusing) کی تکنیک کے ذریعے اس کے سالموں کو ان کے برقی بار کے مطابق تقسیم کیا جاتا ہے تو یہ تقسیم دراصل پھپھوندی کی بالیدگی کے حالات پر منحصر ہوتی ہے۔ ہم نے مینگنیز پرآکسی ڈیز کے خامروں کی مختلف اقسام جنھیں آئسوانزائمز (isoenzyme) کہتے ہیں، کی این ٹرمینل (N-terminal) ترتیب کی بنیاد پر تجویز کیا کہ سی۔ سب ورمی سپورا میں ان خامروں کے کوڈ میں ایک سے زیادہ جین (Gene) موجود ہو سکتی ہیں۔ ہمارا یہ مفروضہ درست ثابت ہوا۔ درحقیقت اس وقت تک ہم مینگنیز پرآکسی ڈیز کی چار جینز کے کوڈ (coding) اور لیکیسیز کے ایک جین کے کوڈ کی ترتیب شماری کر چکے تھے۔ ان جینز کا آشکاری عمل (expression) دھاتوں

کے ذریعے منضبط ہوتا ہے۔اس کے علاوہ میرا مزید اہم کام یہ تھا کہ میں نے ثابت کیا کہ سی۔سب ورمی سپورا (C. subvermispora) کے اندر مینگنیز پرآکسی ڈیز کو مینگنیز ((Mn(II)) کی اتنی زیادہ ضرورت نہیں ہوتی جتنی کہ پی۔کرائسوسپوریم(P.chrysoporium) سے حاصل کردہ خامروں کو ہوتی ہے۔مزید برآں ہم نے یہ بھی ثابت کیا کہ سی۔سب ورمی سپورا کی پھپھوندی اگرچہ لگنن پرآکسی ڈیز (lignin peroxidase) پیدا نہیں کرتی،اس کے باوجود اس کے اندر لگنن پرآکسی ڈیز جیسی جینز موجود ہوتی ہیں۔آخر میں ہم نے یہ واضح کیا کہ اس نظام میں خلیے کے باہر ہائیڈروجن پرآکسائیڈ پیدا کرنے کا ایک انوکھا طریقہ کار موجود ہے جس کی مینگنیز پرآکسی ڈیز کو اپنے بنیادی جزو کے طور پر ضرورت ہوتی ہے۔دوسری پھپھوندیاں اس مقصد کے لیے مختلف قسم کے آکسی ڈیز خارج کرتی ہیں جبکہ سی۔سب ورمی سپورا پھپھوندی میں مینگنیز پرآکسی ڈیز(MnP) خود پھپھوندی کے بنائے گئے نامیاتی ایسڈز کو پراوکسائیڈ میں تبدیل کردیتا ہے۔اس تعامل میں مینگنیز پراوکسی ڈیز جو طریق کار اختیار کرتا ہے اس میں آکسیجن اور کاربن دونوں پر مشتمل برق بار مرکبات کے علاوہ سپراوکسائیڈ مثبت آئن (anion) بھی شامل ہوتا ہے۔

میری سائنسی زندگی انتہائی خوش صلہ رہی ہے۔اِس سے مجھے موقع ملا کہ میں اپنی اُس شدید خواہش کو بلا رکاوٹ پروان چڑھا سکوں جس کا تعلق تحقیقات سے ہے اور اپنے ممتاز ساتھیوں اور تخلیقی صلاحیتوں والے طلبہ کے ساتھ رابطہ رکھ سکوں۔اپنے اس کام کے دوران مجھے اکثر اوقات شمالی امریکا، یورپ اور ایشیاء کا سفر کرنے کا موقع ملا ہے۔اس وقت مجھے یہ اعزاز حاصل ہے کہ میں چلی کی سائنس اکیڈمی (Chilean Academy of Science) کا نائب صدر ہوں۔سائنس کی پونٹی فیکل اکیڈمی (Pontifical Academy of Science)، لاطینی امریکا کی سائنس اکیڈمی اور تیسری دنیا کی سائنس اکیڈمی (TWAS) کا رکن ہوں۔اپنے فارغ اوقات میں میں گالف کھیلتا ہوں اور ادب کے اپنے اس شوق کو جس کا تعلق سائنس کی تاریخ اور اس کے فلسفے سے ہے، پورا کرتا ہوں۔

حواشی

* **تعارف:** رافیل وکونا(Rafael Vicuña) چلی کے معروف سائنسدان ہیں اپنی سائنسی خدمات جن کا ذکر اِس مضمون میں کیا گیا، کے علاوہ انہوں نے سائنس اور سوسائٹی کے موضوعات پر بہت سے سائنسی مقالے تصنیف کئے ہیں۔

(i)۔ اوسوالڈو کوری(Osvaldo Cori) (1987ء-1921ء) چلی کے کیمیا دان تھے۔آپ چلی میں حیاتیاتی کیمیا کو متعارف کرانے والوں میں سے ایک تھے۔

(ii)۔ جیرارڈ ہورِوٹز(Dr. Jerard Hurwitz) (پیدائش 1928ء) امریکا کے حیاتیاتی کیمیا دان ہیں۔انھوں نے 1960ء میں اپنے ساتھیوں کے ہمراہ آر این اے پولیمریز(RNA Polymerase) دریافت کیا تھا۔

سائنسی خدمات سائنسدان کی حیات سے ماوراہوتی ہیں

(One's Science Survives Beyond Oneself)

کلاؤز فان کلٹزنگ*

(Klaus von Klitzing)

میکس پلانک انسٹی ٹیوٹ برائے سالڈسٹیٹ ریسرچ سٹوٹگارٹ، جرمنی

(Max-Planck-Institut Für Festkorperforschung at Stuttgart, Germany)



© Courtesy of Klaus von Klitzing

میں دوسری جنگ عظیم کے اختتام پر 1943ء میں پیدا ہوا تھا، اس لیے مجھے جنگ کے خوفناک ایام کی کچھ خبر نہیں ہے۔ میرا تعلق اس نسل سے ہے جس نے ایک ایسے زمانے میں پرورش پائی ہے جب معیار زندگی ایک تسلسل کے ساتھ بہتر ہورہا تھا۔ اس زمانے میں ملکوں کے درمیان سیاسی حد بندیاں زیادہ سے زیادہ شفاف ہوتی چلی گئی تھیں اور اقوام متحدہ جیسے عالمی ادارے انسانی حقوق کے ضامن کے طور پر قائم کیے جا چکے تھے۔ آج ہمیں انٹرنیٹ کی شکل میں عالمی سطح کا ایک ایسا نظام میسر آ گیا ہے جس کے ذریعے ہم بڑے پیمانے پر رابطے قائم کرسکتے ہیں اور علم کو پھیلا سکتے ہیں۔ ایک سائنسدان کی حیثیت سے میں یہ سمجھتا ہوں کہ اگر ہم اپنے معیار زندگی میں ناقابل قبول اونچ نیچ سے بچنے میں کامیاب رہے اور ہم نے دنیا بھر میں نظام تعلیم کو اس طرح بہتر بنالیا جس سے رائے عامہ کو غلط رنگ میں ڈھالنے کا تدارک ہوسکے تو ہمارا مستقبل بڑا شاندار ہوگا۔ ایسے مستقبل کی تعمیر کے لیئے خصوصاً سائنسدانوں پر اہم ذمہ داری عائد ہوتی ہے کیونکہ سائنس کے بنیادی قوانین دنیا بھر کے لیے یکساں ہیں اور ان سے حاصل ہونے والے نتائج کی بنیاد منطق اور دلیل پر ہوتی ہے۔ لہٰذا اپنے اپنے نظریئے (ideological) کے مطابق ان بنیادی قوانین کی تشریح کی کوئی گنجائش نہیں رہتی۔ اس سلسلے میں عبدالسلام کا نظریاتی طبیعیات کا عالمی مرکز (ICTP) سائنس کی عالمگیریت کی بہترین مثال ہے۔ جب تک سائنسدانوں کا دنیا بھر میں پھیلا ہوا حلقہ قائم رہے گا، مجھے یقین ہے کہ یہ حلقہ دنیا بھر میں افراد اور ملکوں کے درمیان بقائے باہمی کو مستحکم رکھے گا۔

سوال یہ ہے کہ میں نے سائنس کو کیسے اختیار کیا؟ اس کی شروعات اُس وقت ہوئی جب غالبًا میری عمر 7 سال تھی اور میں نے والد صاحب کے لیے حساب کتاب کر کے کچھ پیسے کمائے تھے (یہ بہت سے اعداد کو صرف جمع کرنا ہی تھا)۔ پھر یوں ہوا کہ شروع میں مجھے جس سکول میں داخل کرایا گیا تھا وہاں میرے کلاس روم میں چار مختلف عمر کے بچوں کے گروپوں کو اکٹھا پڑھایا جاتا تھا، اس طرح مجھے اگلی کلاسوں کے نصاب سے کچھ سیکھنے کا موقع مل جاتا تھا۔ میرے اُستاد نے ریاضی میں میری دلچسپی کو بھانپ لیا۔ لہٰذا اکثر یوں ہوتا کہ مجھے اپنے سے بڑی عمر کے بچوں کو ریاضی کے سوال سمجھانے اور حل کر کے دکھانے پڑ جاتے۔

میری یہ خواہش تھی کہ میں یونیورسٹی میں ریاضی کی اعلیٰ تعلیم حاصل کروں مگر مجھے بہت جلد یہ احساس ہو گیا کہ طبیعیات ایک ایسا مضمون ہے جس میں ریاضی کا استعمال ہوتا ہے اور جس سے حقیقی دنیا کے مسائل بھی حل کیے جا سکتے ہیں۔ چنانچہ میں نے طبیعیات میں داخلہ لے لیا۔ مجھے کبھی طبیعیات دان بننے کے اپنے فیصلے سے مایوسی نہیں ہوئی۔ جب میں یونیورسٹی میں تھا تو اُن دنوں پہلے پہل لیزر بنایا گیا تھا (آج کل تو ہر کوئی کمپیکٹ ڈسک (compact disc) یعنی سی۔ ڈی سے موسیقی سننے کے لیے نیم موصل لیزر (semi conductor laser) کا استعمال کر رہا ہے)۔ اُس وقت نیم موصل طبیعیات (semiconductor Physics) ایک دلچسپ اور اُبھرتا ہوا مضمون تھا۔ یونیورسٹی کے پڑھائی کے دورانیوں (terms) کے درمیان جو فارغ وقت مجھے ملتا تھا اُس میں میں نے جرمنی کے شہر برانشویگ (braunschweig) میں طبیعیات اور ٹیکنالوجی کے وفاقی ادارے PTB, (Physikalisch- Technische Bundesanstalt) میں ملازمت کر لی۔ یہ جرمنی کا اوزان اور پیمائشوں (metrology) کا قومی ادارہ ہے۔ یوں میرے لیے ایک طرف نئی طبیعیات کو سیکھنا اور دوسری طرف یونیورسٹی میں اپنی تعلیم کے لیے کچھ رقم کما لینے کا ایک مثالی امتزاج بن گیا۔ پیمائشوں کے علم کی خصوصیت یہ ہے کہ اس میں پیمائش نہایت ہی صحت (high precision) کے ساتھ کی جاتی ہے۔ چنانچہ میں نے یہاں سیکھا کہ سونے کے نقطۂ پگھلاؤ کی صحیح پیمائش کیسے کی جاتی ہے۔ ایک کرسٹل کے ایٹموں کے درمیان صحیح فاصلے کو کیونکر ناپا جاتا ہے اور برقی مزاحمت کار (resistors) کو بہت درست طریقے سے کیسے ناپا جاتا ہے۔ اس وقت مجھے یہ نہیں معلوم تھا کہ ایسا تجربہ حاصل کرنا کوانٹم ہال اثر (Quantum Hall effect) کی دریافت میں بڑا قیمتی ثابت ہوگا جس کی وجہ سے مجھے آخرکار 1985ء میں طبیعیات کا نوبل انعام ملا۔ میں نے PTB میں جو کام کیا اس سے مجھے معلوم ہو گیا تھا کہ برقی مزاحمت کار زیادہ مستحکم نہیں ہوتے اور درجۂ حرارت میں انتہائی معمولی اُتار چڑھاؤ اور بجلی کی تاروں میں خوردبینی سطح کی تبدیلی سے ان کی مزاحمت تبدیل ہو جاتی ہے۔ میرا یہ خواب تھا کہ ایک ایسا برقی مزاحمت کار (resistor) تیار کی جائے جس کی مزاحمت دنیا بھر میں یکساں رہے اور

وہ وقت کے ساتھ غیر متبدل ہو، تا کہ یہ دنیا بھر میں ایک معیاری حوالہ (reference standard) کے طور پر استعمال کیا جا سکے۔ میں خوش قسمت تھا کہ چار اور پانچ فروری 1980ء کی درمیانی رات تجربات کرتے ہوئے میں نے اتفاقاً وہ مظہر دیکھ لیا جس کے نتیجے میں ایک نئی قسم کا ایسا برقی مزاحمت کار بنا لیا گیا جس کی مزاحمت کا انحصار صرف بنیادی مستقلات یعنی برقیہ کے بار (electron charge) اور پلانک مستقلہ (plank constant) پر تھا۔ اس مزاحمت کی مقدار ہمیشہ 25812.807 اوہم (Ohm) ہوتی ہے اور آج یہ فان کلٹزنگ مستقلہ (von Klitzing constant) کے نام سے جانا جاتا ہے۔ میری یہ دریافت اس پرزے پر بنیادی ریسرچ کا نتیجہ ہے جو ہر کمپیوٹر میں موجود ہوتا ہے اور سلیکون فیلڈ افیکٹ ٹرانزسٹر (silicon field effect transistor) کہلاتا ہے۔ ایک سائنس دان کی حیثیت سے ہمیں علم میں اضافہ کرنے کا موقع ملتا ہے اور یہ خدمات ہماری زندگی ختم ہونے کے بعد بھی زندہ رہتی ہیں۔

حواشی

* **تعارف:** کلاؤس فان کلٹزنگ (Klaus von Klitzing) جرمن طبیعیات دان ہیں۔ انھوں نے عددی کوانٹم ہال اثر (Integer Quantum Hall Effect) دریافت کیا تھا جس پر انھیں 1985ء میں نوبل انعام ملا تھا۔ انھوں نے پی ایچ ڈی کا مقالہ 1972ء میں مکمل کیا۔ وہ 1980ء میں ٹیکنیکل یونیورسٹی میونخ میں پروفیسر مقرر ہوئے اور 1985ء سے سٹوڈ گارٹ (Stuttgart) میں واقع میکس پلانک انسٹیٹیوٹ (Max Planck Institute) برائے ٹھوس مادہ کی طبیعیات کے ڈائریکٹر کے عہدہ پر فائز ہیں۔

سرخ کمیرو[22]

(The Red Camaro)

سٹیون وائن برگ*

(Steven Weinberg)

ٹیکساس یونیورسٹی، آسٹن، امریکا

(University of Texas at Austin, USA)



© ICTP Photo Archives

15 اکتوبر 1764ء کی بات ہے، راہبوں کی ایک ٹولی سلطنت روم کے دارالحکومت کے کھنڈرات میں ننگے پاؤں سورج کے ڈوبنے کے دعائیہ گیت گا رہی تھی کہ ایڈورڈ گبن[(i)] (Edward Gibbon) کو ان کا گیت سنتے ہوئے رومی سلطنت کے عروج و زوال کی تاریخ لکھنے کا خیال آیا۔ میری خواہش ہے کہ کاش میں یہ کہہ سکتا کہ میں نے جو کارنامہ انجام دیا ہے اس کا پس منظر بھی اتنا ہی شاندار ہے۔ مجھے اپنا سب سے مشہور کام اس وقت سوجھا تھا جب میں کیمبرج، میساچوسیٹس میں اپنی سرخ کمیرو[(ii)] گاڑی چلاتے ہوئے اپنے دفتر کی طرف جا رہا تھا جو میساچوسیٹس انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (MIT) کے شعبہ طبیعیات میں تھا۔

اس وقت میں بہت دباؤ میں تھا۔ میں نے ایک سال پہلے ہی برکلے میں اپنی باقاعدہ پروفیسری سے اس لیے بلا تنخواہ چھٹی لی تھی تاکہ میری بیوی ہارورڈ لاء سکول (Harvard Law School) میں داخلہ لے سکے۔ اس کا مالی دباؤ اپنی جگہ تھا۔ پھر کچھ دن پہلے ہی ہم کیمبرج میں کرائے کے ایک گھر سے دوسرے گھر میں منتقل ہونے کے عذاب سے گزر چکے تھے اور اس کے ساتھ میں نے یہ ذمہ داری اپنے سر لے لی تھی کہ میں اپنی بیٹی کو نرسری سکول چھوڑ کر آیا کروں گا، اسے کھیل کے میدان میں لے جاؤں گا اور اس کی دوسری ضرورتیں بھی پوری کروں گا۔ اس کے ساتھ ساتھ میں نظریاتی طبیعیات کے اپنے کام میں بھی ایک ہی جگہ پھنسا ہوا تھا۔

22۔ یہ مضمون سب سے پہلے رسالہ ''جارج'' (George) میں اکتوبر 1997ء میں شائع ہوا۔ پھر سٹیون وائن برگ کی اُس کتاب میں نقل کیا گیا جس کا عنوان تھا "(Facing Up: Science and Cultural Adversaries)" (ہاورڈ یونیورسٹی پریس کیمبرج M.A, 2001)

دوسرے نظریاتی طبیعیات دانوں کی طرح میں بھی صرف کاغذ اور پنسل کا ہی استعمال کرتا ہوں، اور انھیں کام میں لاتے ہوئے پیچیدہ مظاہر کی سادہ تشریح تلاش کرنے کی کوشش کرتا ہوں۔ اس کے بعد ہم اسے تجربات کرنے والے طبیعیات دانوں پر چھوڑ دیتے ہیں کہ وہ اس بات کا فیصلہ کریں کہ کیا ہمارے نظریات واقعی حقیقی دنیا کی صحیح تشریح کرتے ہیں۔ دراصل ریاضی کے تصورات پر غور وفکر کرتے ہوئے فطرت کے متعلق کچھ واضح کرنے کا جو موقع ملتا ہے اس نے ہی پہلے پہل مجھے نظریاتی طبیعیات (theoretical physics) کی طرف مائل کیا تھا اور پچھلے دو سال میں نے ایسے تعامل کو سمجھنے میں صرف کیے تھے جو طبیعیات میں مضبوط تعامل (strong interactions) کہلاتے ہیں اور جن کا تعلق ان قوتوں سے ہے جو ایٹم کے مرکزے (nucleus) میں ذرات کو باندھ کے رکھتی ہیں۔ میرے کچھ حسابات کی تصدیق تجربات سے بھی ہو چکی تھی لیکن اب یہ نظریات ایک لایعنی نتیجہ کی طرف لے جا رہے تھے۔ اُس موسم خزاں میں مضبوط تعامل کے متعلق میں جن نئے نظریات پر کام کر رہا تھا ان کا تقاضا یہ تھا کہ بلند توانائی کی طبیعیات کے ذرات میں سے ایک کی کمیت صفر ہو، لیکن اس ذرے کے متعلق معلوم تھا کہ یہ حقیقت میں کافی بھاری ہوتا ہے۔ ایسی پیشین گوئی کرنا جسے پہلے ہی غلط قرار دیا جا چکا ہو طبیعیات کے کھیل میں آگے بڑھنے کا کوئی راستہ فراہم نہیں کرتا۔ اکثر جب آپ کا کسی ایسے تضاد سے سامنا ہو تو پھر اپنی میز پر بیٹھ کر جمع تفریق کرنے کا کوئی فائدہ نہیں ہوتا۔ اس طرح آپ صرف دائروں میں ہی گھومتے رہتے ہیں۔ ہاں اگر کبھی کبھی کسی طور کچھ مدد مل سکتی ہے تو وہ اس طرح کہ آپ کسی پارک میں بیٹھ کر اپنی بیٹی کو ریت کے ڈبے سے کھیلتے ہوئے دیکھتے رہیں اور اپنے دماغ کو اس بات پر لگا دیں کہ وہ اس مسئلے پر غور وفکر کرتا رہے۔

یہ مسئلہ کئی ہفتوں سے میرے دماغ میں پک رہا تھا۔ پھر اچانک ایک دن (جہاں تک مجھے یاد پڑتا ہے یہ 2 اکتوبر 1967ء کا دن تھا) دفتر جاتے ہوئے مجھ پر یہ آشکار ہوا کہ میں جس نظریے پر غور وفکر کر رہا ہوں اس میں کوئی خرابی نہیں ہے۔ میرے پاس صحیح جواب ہے، مگر میں غلط مسئلے کو لے کر چل رہا ہوں۔ میں جس ریاضی پر کام کر رہا ہوں اس کا تعلق تو مضبوط تعامل سے ہے ہی نہیں۔ بلکہ یہ تو ایک مختلف قسم کی قوت کی جسے کمزور تعامل (weak interaction) کہا جاتا ہے، خوبصورت وضاحت پیش کرتا ہے۔ یہ وہ قوت ہے جو دوسری چیزوں کے علاوہ اس نیوکلیائی تعامل (nuclear reaction) کی پہلی کڑی ہے جو سورج میں حرارت پیدا کرتی ہے۔ اس قوت کے متعلق اس سے پہلے جتنے نظریات پیش کیے جا چکے تھے ان میں باہمی مطابقت نہیں تھی لیکن میں نے اچانک جان لیا کہ اس مسئلے کو کیسے حل کیا جا سکتا ہے اور مجھے احساس ہوا کہ اس نظریے میں وہ ذرہ جس نے مجھے بہت پریشان کیے رکھا تھا اور جس کی کوئی کمیت نہیں ہوتی اُس کا ان بھاری ذرات سے کوئی واسطہ نہیں ہے جو مضبوط تعامل کو محسوس کرتے ہیں۔ بلکہ وہ ذرہ فوٹون تھا جس سے روشنی بنتی ہے، جو برقی اور مقناطیسی قوتوں کو

پیدا کرنے کا ذمہ دار ہوتا ہے اور جس کی کمیت یقیناً صفر ہوتی ہے۔ یہ بات مجھے سمجھ آ گئی کہ جو نظریہ میں نے تخلیق کیا تھا اس سے نہ صرف کمزور تعامل کو سمجھا جا سکتا ہے بلکہ یہ کمزور قوت اور برقی مقناطیسی قوت کو یکجا کر دیتا ہے جسے اب ''برقی کمزور تعامل کا نظریہ''(electroweak theory) کہا جاتا ہے۔ یہ اُس قسم کی دریافت ہے جس سے طبیعیات دانوں کو عشق ہوتا ہے یعنی ایسی بہت سے چیزوں کو جو بظاہر مختلف نظر آتی ہیں، یوں دیکھنا جیسے وہ ایک ہی بنیادی مظاہر کے مختلف پہلوؤں کی عکاسی کر رہی ہوں۔ ہوسکتا ہے کہ کمزور اور برقی مقناطیسی قوتوں کو یکجا کرنے کا اطلاق ادویات یا ٹیکنالوجی میں نہ ہو سکے لیکن اگر یہ کامیاب رہا تو صدیوں پرانے اس طریق کار میں ایک قدم اور آگے بڑھ جائے گا جس کا مقصد یہ ظاہر کرنا ہوتا ہے کہ فطرت سادہ اور منطقی قوانین کے تابع ہے۔

کسی نہ کسی طریقے سے میں صحیح سلامت دفتر پہنچ گیا اور میں نے اپنے نظریے کی تفصیلات پر کام کرنا شروع کر دیا۔ جہاں میں اس سے پہلے دائروں میں گھوم رہا تھا وہاں اب ہر ایک بات آسان ہو گئی تھی۔ دو ہفتے بعد میں نے برقی کمزور تعامل کے نظریے (electroweak theory) پر ایک مختصر مضمون بذریعہ ڈاک فزیکل ریویو لیٹرز (physical review letters) کو بھیج دیا۔ یہ جریدہ طبیعیات دانوں میں بہت مقبول ہے اور بڑے وسیع پیمانے پر پڑھا جاتا ہے۔

1971ء میں اس نظریے کی ریاضیاتی ہم آہنگی ثابت ہو گئی۔ اس میں جن نئے اثرات کی پیش گوئی کی گئی تھی، ان کی 1973ء میں تجربات میں شناخت کر لی گئی اور 1978ء تک یہ بھی طے پا چکا تھا کہ ان اثرات کی پیمائش نظریے کے ساتھ بالکل مطابقت رکھتی ہے۔ یوں 1979ء میں مجھے شیلڈن گلیشو (Sheldon Glashow) اور عبدالسلام کے ساتھ مشترکہ طور پر طبیعیات کا نوبل انعام ملا۔ ان دونوں نے کمزور برقی نظریے پر مجھ سے ہٹ کر اور اپنے طور پر کام کیا تھا۔ اب مجھے پتہ چلا ہے کہ میں نے اکتوبر 1967ء میں جو مقالہ لکھا تھا وہ ایک ایسا مقالہ بن گیا ہے جس کا بنیادی ذرات کی طبیعیات (elementary particle physics) کی تاریخ میں سب سے زیادہ حوالہ دیا گیا ہے۔

میں نے اپنی سرخ کمیرو کو اس وقت تک اپنے ساتھ رکھا جب تک میساچوسیٹس میں آنے والے کئی موسم سرما میں سے ایک نے اسے ناکارہ نہیں کر دیا لیکن اس تمام عرصے میں وہ پھر کبھی مجھے اتنی دور نہیں لے گئی جتنی دور وہ ایک دفعہ مجھے لے گئی تھی۔

حواشی

* تعارف: سٹیون وائن برگ (Steven Weinberg) (پیدائش 1933ء) امریکی نظریاتی طبیعیات دان ہیں۔ انھوں نے کمزور نیوکلیائی اور برقی مقناطیسی تعامل کو یکجا کرنے پر عبدالسلام اور شیلڈن گلیشو (Sheldon Glashow) کے ساتھ مشترکہ نوبل انعام حاصل کیا تھا۔ انھوں نے کششِ ثقل اور کائنات کے وجود میں آنے کے نظریات پر بھی قابلِ قدر کام کیا ہے۔

(i)۔ ایڈورڈ گبن (Edward Gibbon)، 1752ء–1737ء برطانوی تاریخ دان اور رکن پارلیمنٹ تھے۔ ’’رومی سلطنت کے انحطاط اور زوال کی تاریخ‘‘ اُن کی چھ جلدوں پر مشتمل شہرۂ آفاق تحریر ہے۔

(ii)۔ کمیرو (Camaro) شیورلیٹ (Chevrolet) کار کا ایک ماڈل ہے۔

لاطینی امریکہ کی ایک خاتون طبیعیات دان کی یادداشتیں

(Memories of a Latin American Woman Physicist)

ماریانا وائزمان

(Mariana Weissmann)

نیشنل اٹامک انرجی کمیشن، ارجنٹائن

(Comisión Nacional de Energia Atomica, Argentina)



© Courtesy of Mariana Weissmann

میں سب سے پہلے یہ کہنا چاہوں گی کہ ایک ایسے کام کو کرتے ہوئے روزی کمانا جس سے آپ سب سے زیادہ لطف اندوز ہوتے ہوں، قسمت سے ہی نصیب ہوتا ہے۔ میری خوش قسمتی کا دور اس وقت شروع ہوا جب میں ارجنٹائن کے ایک متوسط تعلیم یافتہ گھرانے میں پیدا ہوئی۔ ارجنٹائن میں اعلیٰ تعلیم کے سلسلے میں خواتین سے قطعی امتیازی سلوک نہیں کیا جاتا۔ جب میں نے بیونس آئرس کی یونیورسٹی میں داخلہ لیا تو بھی خوش قسمتی کا یہ سلسلہ جاری رہا کیونکہ یہ بیونس آئرس یونیورسٹی کی تاریخ کا بہترین دور تھا۔ حقیقت یہ ہے کہ 1960ء کی دہائی میں اس اُمید پر تعلیم اور خصوصاً سائنس کی تعلیم حاصل کرنے کا بڑا شوق اور جوش تھا کہ یہ پس ماندہ ممالک کے عوام کی خوشحالی میں معاون ہوگا۔ اسی رجحان نے غالباً پروفیسر عبدالسلام کو نظریاتی طبیعیات کا ایک ایسا عالمی مرکز ''انٹرنیشنل سنٹر فار تھیوریٹیکل فزکس (ICTP)'' قائم کرنے کا جذبہ دیا جہاں ترقی یافتہ اور ترقی پذیر ملکوں کے طبیعیات دانوں کو مل بیٹھنے کا موقع میسر آجائے اور اس طرح سائنسی تعلیم اور تحقیق کو فروغ ملے۔

میں نے سائنس کی تعلیم حاصل کرنے کا فیصلہ اس لیے کیا کہ مجھے سوچنے کا تجریدی انداز پسند تھا۔ میں سکول کے زمانے میں بھی اس انداز فکر میں اچھی تھی اور مجھ میں تجسس بھی تھا۔ مجھے کوئی اندازہ نہیں تھا کہ میری یہ دلچسپی کب تک برقرار رہے گی اور میں نے کبھی اسے اپنا پیشہ بنانے کا نہیں سوچا تھا۔ کئی سال بعد مجھے یہ احساس ہوا کہ کہ طبیعیات میری زندگی کا بہت اہم حصہ بن گئی ہے۔ اب جب کہ میں اپنی ریٹائرمنٹ کے قریب

ہوں تو نئے ناول، فلمیں یا ڈرامے سب مجھے پہلے زمانے کی فلموں اور ڈراموں کی یاد دلاتے ہیں اور یہ احساس ہوتا ہے کہ میں اس سے پہلے ایسی ہی تحریروں سے لطف اندوز ہو چکی ہوں۔ اس کے برعکس طبیعیات کے مجلّے کچھ ایسے نئے خیالات سامنے لا کر مجھے حیران کر دیتے ہیں جن کے متعلق میں نے کبھی سوچا بھی نہیں ہوتا۔

لاطینی امریکا میں سائنسدانوں کی زندگی کسی طور مشکل نہیں رہی ہے گو کہ ہم میں سے زیادہ تر کو ایک ملک سے دوسرے ملک میں منتقل ہونے پر مجبور کر دیا جاتا رہا ہے۔ ایسے میں لاطینی امریکا کے کچھ سائنسدانوں نے امریکا یا مغربی یورپ میں رہنے کا فیصلہ کر لیا اور انھیں وہاں مستقل نوکری بھی مل گئی لیکن ہم میں سے زیادہ تر اپنے ممالک میں ہی رہے اگر چہ ہمیں بھی مختلف علاقوں میں رہائش اختیار کرنا پڑی، جس کی وجہ کبھی تو سیاسی استحصال بنی مگر زیادہ تر انتظامیہ کی حماقتوں کی وجہ سے ایسا ہوا۔ پچھلے تیس برسوں میں سول اور فوجی انتظامیہ کے بہت کم لوگ سائنسی تحقیق کی قدر و قیمت کا صحیح اندازہ لگا سکے ہیں چنانچہ وہ اس بات کا ادراک نہیں کر سکے کہ ایک تحقیقاتی گروپ کو تشکیل پانے میں ایک لمبی مدت درکار ہوتی ہے جبکہ اسے تباہ کرنے میں بہت کم وقت لگتا ہے۔ پروفیسر عبدالسلام نے اس موضوع پر مختلف اوقات میں اور مختلف مقامات پر لیکچر دیئے تھے۔ مگر ان کی بات کو بسا اوقات سمجھا ہی نہیں گیا۔

میرے بیرون ملک جانے کا باعث وہ وظیفہ بنا جو بیونس آئرس یونیورسٹی نے مجھے کیلی فورنیا انسٹیٹیوٹ آف ٹیکنالوجی سے اعلیٰ تعلیم حاصل کرنے کے لیے دیا تھا۔ واپسی پر میں نے اپنا پی ایچ ڈی کا مقالہ بیونس آئرس یونیورسٹی کو پیش کیا اور مجھے نئے قائم ہونے والے موسمیات کے شعبے میں اسسٹنٹ پروفیسر مقرر کر دیا گیا۔ میں نے یہاں ماحولیاتی طبیعیات پڑھائی اور تجربات کرنے والے ایک ایسے گروپ میں شامل ہو گئی جو بادلوں میں بیج کاری (cloud seeding) میں دلچسپی رکھتا تھا تا کہ پھلوں خاص طور پر انگور پیدا کرنے والے علاقے پر ژالہ باری کو روکا جا سکے۔ میری تحقیق کا کام نظریاتی نوعیت کا تھا اور مجھے پانی، برف اور سلور آیوڈائڈ (Ag I) کے محلول کی خصوصیات کا مطالعہ کرنا ہوتا تھا۔ اس کے لیے میں نے مرکری کمپیوٹر (mercury computer) کا استعمال کیا۔ یہ لاطینی امریکا میں پہنچنے والا اپنی نوعیت کا پہلا کمپیوٹر تھا۔ یہ برطانیہ میں بنائی گئی ایک بہت بڑی بلا تھی۔ اس میں بے شمار الیکٹرونک والو (valve) لگے ہوئے تھے اور مقامی طور پر اسے کلیمن ٹائن (Clementine) کا نام دیا گیا تھا۔ یہ گرم ہونے اور قابلِ استعمال ہونے میں صبح کا تمام وقت لے لیتا تھا۔ دوپہر اور رات کو طلبہ اور پروفیسر مشترکہ طور پر اسے استعمال کرتے تھے اور اس جدید ترین سہولت تک رسائی پر خود کو بہت خوش قسمت سمجھتے تھے۔

یہ خوشگوار دور 1966ء کے فوجی انقلاب نے ختم کر دیا۔ اس کے دوران یونیورسٹی میں بھی مداخلت

کی گئی اور فوجیوں نے ایک ہزار اساتذہ کو استعفے دینے پر مجبور کر دیا جن میں زیادہ تعداد سائنسدانوں کی تھی۔ یوں کمپیوٹر سائنس میں لاطینی امریکہ کے اندر ہماری برتری ختم ہوگئی اور پھر کبھی بحال نہ ہوسکی۔ اس زمانے میں مجھے امریکا میں ایک بعد از ڈاکٹریٹ فیلوشپ مل گئی۔ بعد میں جب میں جنوبی امریکا واپس آئی تو مجھے چلی یونیورسٹی(University of Chile) میں ریسرچ فیلو کی ملازمت مل گئی ۔ اگلے چار سال میں سنتیاگو(Santiago) میں ہی رہی۔ پھر میں نے اس ملک کو بھی جنرل اگسٹو پنوشے (General Augusto Pinochet) کے فوجی انقلاب سے ایک سال پہلے 1972ء میں چھوڑ دیا۔ چلی کے ساتھیوں کے ساتھ میں نے تب سے قریبی تعلقات اور صحیح معنوں میں دوستی قائم رکھی ہوئی ہے۔ اسی دور میں ماسکو سے پروفیسر ولادیمیر ٹولماشیف(Valdimir Tolmachev) وہاں آئے اور اُن کی آمد سے ہم سب کو بہت فائدہ ہوا۔ انھوں نے ہمیں سکھایا کہ ایٹمی اور ٹھوس حالت کی طبعیات کے لیے فائن مین کی اشکال(Feynman diagrams) کو کیسے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اس زمانے کے ہمارے طلبہ کا شمار آج بھی چلی کے بہترین طبیعیات دانوں میں ہوتا ہے۔

جب میں واپس بیونس آئرس پہنچی تو مجھے قومی تحقیقاتی کونسل میں محقق مقرر کیا گیا۔ تب سے میں بیونس آئرس کے ایٹمی توانائی کمیشن کی لیبارٹریوں میں کام کرتی رہی ہوں۔ میں نے صرف 81-1979ء کے دوران اپنی ملازمت سے چُھٹی لے کر وینزویلا کی سائمن بولیور یونیورسٹی(Universidad Simon Boliver) میں کام کیا۔ یہ یونیورسٹی وینزویلا کے دارالحکومت کیراکاس(Caracas) میں ہے۔ پچھلے تیس برسوں کے دوران میں نے جس قدر تحقیقات کی ہیں، ان کا تعلق مادے کی ترکیب میں بے ترتیبی (disorder) اور غیر دوریت (non-periodicity) کا مادّے کی خصوصیات پر اثرات سے رہا ہے۔ میں نے اس دوران جن چیزوں کا گہرا مطالعہ کیا ان میں غیر قلمی مادے(amorphous)، غیر متناسب جامد مادے(incommensurate solids)، سطحیں(surfaces)، سالموں کے جُھنڈ (clusters) اور بڑے سالمے(large molecules) شامل تھے۔ اس سلسلے میں، میں نے خاص طور پر جن مادوں کا مطالعہ کیا ان میں سے چند یہ ہیں۔ نیم موصل مادے (semiconductor)، بلند درجۂ حرارت پر کام کرنے والے سپر موصل(superconductor)، تہ دار مقناطیسی مادے(magnetic multilayers) اور فُلّرین[i](fullerenes)۔ میں نے ابتدا میں اپنے مقالے کے مشیر اتالیق پروفیسر نورا کوہن(norah cohan) کے ساتھ مل کر کام کیا لیکن جب 1985ء میں بیونس آئرس یونیورسٹی سے گریجویٹ طلبہ اپنا تحقیقی کام میری نگرانی میں کرنے کے لیے آنے لگے تو یہ سلسلہ منقطع ہوگیا۔ میرے پاس آنے والے طلبہ میں سے ہر ایک (لڑکے یا لڑکی) نے کسی نئے نظام پر کام کیا۔ وہ یا تو اپنا کمپیوٹر کوڈ خود بناتے

تھے یا حال ہی میں رواج پانے والے طریقہ کار کے مطابق پہلے سے بنے ہوئے معیاری کوڈ کو استعمال کرتے تھے۔ مجھے ان سب پر فخر ہے کیونکہ وہ سب اب ارجنٹائن یا یورپ میں بڑے سرگرم طبیعیات دان ہیں اور ہم سب ایک دوسرے کے بہت قریب ہیں۔

میری سائنسی زندگی میں انٹرنیشنل سنٹر فار تھیوریٹیکل فزکس (ICTP) نے بڑا اہم کردار ادا کیا ہے، جہاں میں پہلے بحیثیت ایسوسی ایٹ ممبر اور پھر سینئر ایسوسی ایٹ کے طور پر منسلک رہی۔ یہ ایک ایسی جگہ ہے جہاں میں اپنے زیادہ تجربہ کار ساتھیوں کے ساتھ اپنی سائنسی مشکلات پر بات کر سکتی تھی۔ جہاں مجھے یہ پتا چلتا تھا کہ مستقبل قریب کے حوالے سے کون سا مسئلہ اہم ہے اور میرے گریجویٹ طلبہ کی راہنمائی میں کیا بات مددگار ثابت ہوگی۔ پروفیسر نارمن مارچ (Norman March) نے ٹھوس حالت کی طبیعیات کا گروپ منظّم کرنے میں بے مثال کام کیا۔ وہ طبیعیات سے متعلق ہم سب کے مسائل کو بڑے اطمینان اور سکون کے ساتھ سنتے تھے اور اُن کا حل تجویز کرتے تھے۔ اُن کے کام کو ہمیشہ یاد رکھا جائے گا۔ آئی سی ٹی پی (ICTP) دوست بنانے اور مختلف ملکوں میں اپنے پیشے سے متعلق مسائل کی مشابہت اور تفاوت کو جاننے کی بہترین جگہ ہے۔ پروفیسر عبدالسلام نے اس مرکز کے قیام کے جو بنیادی تخیلات پیش کیے تھے اُن میں سائنس کو پھیلانے کے ساتھ ساتھ کشادہ دلی کا عنصر انتہائی قابلِ ستائش تھا۔ اس مرکز نے اپنے ممبران کو کبھی اس امر پر مجبور نہیں کیا کہ وہ کسی خاص سرگرمی میں ضرور حصہ لیں۔ ہم میں سے ہر ایک نے اسی چیز کو منتخب کیا جسے اپنے لیے فائدہ مند خیال کیا۔ مجھے یاد ہے کہ شروع میں کچھ لوگوں نے اس بات پر اکتفا کیا کہ اپنی لائبریریوں کے لیے کتابوں کی فوٹو کاپی کروالیں لیکن کچھ مدت گزرنے کے بعد انھوں نے انتہائی دلچسپ تحقیقاتی کام کیا اور اپنے طلبہ کو بھی اس عالمی مرکز میں بھیجا۔

آئی سی ٹی پی (ICTP) جیسے علم کو بانٹنے والے ادارے کے قیام کی چالیسویں سالگرہ مناتے ہوئے مجھے دلی خوشی محسوس ہو رہی ہے۔ یہ ادارہ آج اپنے قیام کے وقت سے بھی زیادہ اہم اور ضروری ہو گیا ہے۔ کیونکہ عالمگیریت (globalization) کے اس دور میں ترقی یافتہ اور ترقی پذیر علاقوں کے درمیان خلیج کم نہیں ہوئی بلکہ بڑھ گئی ہے۔ اس لیے میں یہ دعا کرتی ہوں کہ یہ ادارہ آنے والے کئی برسوں تک اس روح کو برقرار رکھے، جس کی بنیاد پر اس کا قیام عمل میں آیا تھا۔

حواشی

***تعارف:** ماریانہ وائزمان(Mariana Weissmann) ارجنٹینا کی معروف طبیعیات دان اور ماہر تعلیم ہیں۔ وہ 1933ء میں بیونس آئرز(Buenos Aires) میں پیدا ہوئیں۔ 1965ء میں بیونس آئرز(Buenos Aires) یونیورسٹی سے پی ایچ ڈی کی ڈگری حاصل کی۔ اُن کے تحقیقی موضوعات میں ٹھوس مادے کی طبیعیات، مقناطیسیت اور کمپیوٹر سیمولیشن (simulation) شامل ہیں۔

(i)۔ فلّرین(Fullerene) دیکھئے صفحہ نمبر 111۔

سائنس نے مجھے آزادی دی

(Doing science Gave me Freedom)

فرینک وِلچیک*

(Frank Wilczek)

میساچوسیٹس انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، امریکا

(Massachusetts Institute of Technology, USA)



© Courtesy of Amity Wilczek

وہ حالات و واقعات جنھوں نے میرے سائنسی پیشہ کی تشکیل میں انتہائی گہرا کردارادا کیا اُن کا تعلق اُس دور سے ہے جب سائنسی برادری سے ابھی میرا رابطہ نہیں ہوا تھا۔ دراصل اُن میں سے کچھ کا تعلق میری پیدائش سے بھی پہلے کے زمانے سے ہے۔

میرے آباؤاجداد نے جب پہلی جنگ عظیم کے بعد یورپ سے ترک وطن کیا تو وہ نوجوان تھے۔ میرے والد کے والدین پولینڈ میں وارسا کے نواحی علاقے سے تعلق رکھتے تھے جبکہ میری ماں کے والدین اٹلی میں نیپلز کے علاقے سے تھے۔ یہ دونوں خاندان اپنے گھروں سے خالی ہاتھ نکلے تھے اوران میں سے کوئی بھی انگریزی نہیں جانتا تھا۔ یہ بزرگ بالترتیب ترکھان اورراج کا کام کرتے تھے۔ میری ماں اور باپ دونوں ریاست نیویارک کے علاقے لانگ آئی لینڈ[(i)] (Long Island) میں 1926ء پیدا ہوئے اور تب سے یہیں رہ رہے ہیں۔ میری پیدائش 1951ء میں ہوئی اور میں نے جس جگہ پرورش پائی وہ گلین اوکس (Glen Oaks) کہلاتی ہے۔ یہ کوئینز (Queens) کا شمال مشرقی کونہ ہے اور نیویارک کی شہری حدود کے قریب ہے۔

مجھے ہمیشہ سے ہی ہر قسم کے معموں، دماغی کھیلوں اور پراسرار چیزوں سے لگاؤ رہا ہے۔ میری شروع کی کچھ یادداشتیں ان سوالوں کے متعلق ہیں جنھیں میں نے اس وقت حل کیا تھا جب میں ابھی سکول میں بھی داخل نہیں ہوا تھا۔ جب میں نے رقوم کے متعلق سیکھنا شروع کیا تو میں نے مختلف قسم کی رقموں یعنی پینیز (pennies)، نکلز (nickels) اور ڈائمز (dimes) کے ایک دوسرے میں تبادلے کے متعدد طریقوں پر بہت سا وقت اس

اُمید پر لگایا کہ شاید میں دوسروں سے کچھ زیادہ جان سکوں۔ میرا ایک اور منصوبہ یہ جاننا تھا کہ حساب کے بہت بڑے اعداد ریاضی کے تھوڑے سے اقدام کی مدد سے کیسے حاصل کیے جا سکتے ہیں۔ اُس زمانے میں مَیں نے ایک ہندسہ کو دوسرے ہندسہ کی قوت کے طور پر استعمال کرنے کا طریق کار (exponentiation) اور ایک قاعدے کے بار بار استعمال (recursion) کا طریقہ ڈھونڈ نکالا اور اس سے یہ ہوا کہ بڑے اعداد کو حاصل کرنے پر میں خود کو بڑا طاقتور محسوس کرنے لگا۔

ان رجحانات کے باعث مجھے یوں معلوم ہوتا تھا جیسے کچھ بھی ہو جائے میں کسی نہ کسی قسم کے ذہنی کام کی ہی طرف جاؤں گا۔ حالات کچھ ایسے بنے کہ میں سائنس کی طرف آ گیا اور بالآخر نظریاتی طبیعیات میرا مضمون ٹھہرا۔

جس وقت عظیم اقتصادی بحران آیا اس وقت میرے والدین چھوٹے بچے تھے اور اس دور میں ان کے خاندانوں نے خود کو سنبھالے رکھنے کی بڑی جدوجہد کی تھی۔ یہ تلخ تجربے اُن کے کئی رویوں کا باعث بنے۔ ان میں سے ایک یہ بھی تھا کہ انھوں نے مجھ سے بڑی توقعات باندھ لی تھیں۔ ان کی کئی امیدیں میری تعلیم سے وابستہ تھیں۔ ان کا خیال تھا کہ میں نے اگر تکنیکی مہارت حاصل کر لی تو اس سے سب کو تحفظ حاصل ہو جائے گا۔ اس لیے جب میں نے سکول میں اچھی کارکردگی دکھائی تو سب بہت خوش ہوئے اور اس بات کی حوصلہ افزائی کرنے لگے کہ مجھے ڈاکٹر یا انجینئر بننا چاہیے۔

جس وقت میں اپنی عمر کے ابتدائی حصے میں تھا تو میرے والد نے، جو برقیات (electronics) کا کام کیا کرتے تھے، اپنی تعلیمی استعداد بڑھانے کے لیے رات کی کلاسوں میں جانا شروع کر دیا۔ اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ ہمارا چھوٹا سا اپارٹمنٹ پرانی قسم کے ریڈیو، ابتدائی دور کے ٹیلی ویژن سیٹوں اور ایسی کتابوں سے بھر گیا جنھیں وہ پڑھ رہے تھے۔ یہ سرد جنگ کا زمانہ تھا۔ اس میں ایک طرف جہاں نئی اُبھرتی ہوئی خلائی تحقیق ترقی کے ایک روشن امکان کی نشاندہی کر رہی تھی تو دوسری طرف ایٹمی جنگ کے خطرے نے ہر ایک کو خوفزدہ کر رکھا تھا۔ اخبارات، ٹیلی ویژن اور فلموں میں ان دو ہی باتوں کا چرچا ہو رہا تھا۔ ان سب باتوں کا مجھ پر گہرا اثر ہوا اور مجھے اس خیال نے اپنی گرفت میں لے لیا کہ ایک ایسا خفیہ علم موجود ہے جس پر جب عبور حاصل کر لیا جاتا ہے تو یہ انسانی ذہن کو اس قابل بنا دیتا ہے کہ بظاہر ایک جادوئی انداز میں مادے کو اپنے کنٹرول میں کر لے۔

ایک اور بات جس نے میری سوچ کو جلا بخشی وہ میری مذہبی تربیت تھی۔ میں ایک رومن کیتھولک کی حیثیت سے پروان چڑھا تھا۔ مجھے اس تصور سے بڑی تقویت ملتی تھی کہ ہماری زندگی ایک بہت بڑے ڈرامے اور عظیم منصوبے کا حصہ ہے۔ بعد میں مجھ پر برٹرینڈ رسل (Bertrand Russel) کی تحریروں کا اثر ہوا اور میری

بڑھتی ہوئی سائنسی معلومات کی بدولت روایتی مذہب پر سے میرا ایمان اُٹھ گیا۔عجیب بات ہے کہ اس کے بعد سے اب تک میں نے جس قدر تگ و دو کی ہے اس کا بڑا حصہ اسی جستجو میں کٹا ہے کہ میں زندگی کے مقصد اور معنی کی جو پہچان گنوا بیٹھا ہوں، اسے پھر سے حاصل کرلوں۔

میں نے کوئینز (Queens) کے مختلف سرکاری سکولوں میں تعلیم پائی جہاں میری خوش قسمتی تھی کہ مجھے بہترین اُستاد ملے۔ یہ سرکاری سکول چونکہ بہت بڑے ہوتے تھے اس لیے یہ خصوصی مہارت کے مضامین اور اعلیٰ درجہ کے علوم کا بار بھی اٹھا سکتے تھے۔ چنانچہ ہائی سکول میں ہم بیس یا اس سے کچھ زیادہ لڑکوں کا ایک گروپ بن گیا تھا جو ایسی بہت سی کلاسوں میں اکٹھے جاتے اور ایک دوسرے کی مدد کرنے کے ساتھ ساتھ آپس میں تعلیمی مقابلہ بھی جاری رکھتے۔ان میں سے ہم نصف کے قریب سائنسی یا میڈیکل کے پیشوں میں کامیاب رہے ہیں۔

میں جب شکاگو یونیورسٹی پہنچا تو میرے عزائم بہت بڑے لیکن مبہم تھے۔ میں نے یہاں کچھ عرصہ تک دماغ کی سائنس پڑھنے سے دل لگی کی مگر جلد ہی مجھے احساس ہوگیا کہ دماغ کے متعلق اہم سوالات ابھی اس لائق نہیں ہوئے کہ ان کا ریاضی کے ذریعے حل ممکن ہو سکے۔ پھر ایک بات یہ بھی تھی کہ مجھ میں اتنا صبر نہیں تھا کہ میں لیبارٹری میں کام کرسکوں۔اس لیے میں نے اسے چھوڑ کر یکے بعد دیگرے کچھ دوسرے مضامین کا رُخ کیا اور گھوم پھر کے ریاضی کو اپنا بنیادی مضمون بنالیا۔اس انتخاب کی ایک وجہ یہ بھی تھی کہ ریاضی مجھے سب سے زیادہ آزادی فراہم کرتی تھی۔ شکاگو میں جب میں اپنی آخری ٹرم میں تھا تو میں نے پیٹر فرینڈ (Peter freund) سے طبیعیات میں تشاکل (symmetry) اور گروپ نظریے (group theory) کے استعمال پر ایک کورس پڑھا۔ پیٹر فرینڈ بڑے پُر جوش اور دوسروں میں روح پھونک دینے والے اُستاد تھے۔ میں نے اس موضوع کے ساتھ اپنے آپ میں ایک مطابقت پائی۔ جب میں ریاضی کے شعبے میں گریجویشن کرنے کے بعد پرنسٹن یونیورسٹی گیا تو میں نے اس بات پر نظر رکھی کہ طبیعیات میں کیا ہو رہا ہے۔ چنانچہ مجھے احساس ہوا کہ ریاضیاتی تشاکل کے متعلق گہرے خیالات طبیعیات کی سرحدوں پر نمودار ہو رہے ہیں۔خاص طور پر برقی کمزور تعامل (electroweak interaction) سے متعلق گیج نظریہ (gauge theory) اور تغیر وضع کے ولسن نظریے میں سکیلنگ تشاکل (scaling symmetry in Wilson's theory of phase transitions) طبیعیات میں بہت اہمیت اختیار کر رہے تھے۔ اس موضوع پر میں نے ایک نوجوان پروفیسر کے ساتھ جن کا نام ڈیوڈ گراس[(ii)] (David Gross) تھا تبادلۂ خیال کرنا شروع کیا اور یہاں سے میرا باضابطہ طبیعیات دان کا کیریئر شروع ہوا۔

اپنی پیشہ ورانہ زندگی کے ابتدائی ایام میں میری عظیم کامیابی اس مضبوط نیوکلیائی قوت کے لیے بنیادی مساوات کی دریافت تھی جوقوت ایٹمی مرکزے کو باندھ کے رکھتی ہے۔ان مساواتوں کے ذریعے جو کوانٹم کروموڈائنامکس(Quantum Chromo Dynamics)یا کیوسی ڈی(QCD) کی بنیاد تھیں،ایک نئی قسم کے ذرات کی پیشگوئی کی گئی تھی جنھیں گلواونز (gluons) کا نام دیا گیا اور جنھیں بعد میں دریافت بھی کرلیا گیا۔کیوسی ڈی کی مساواتوں کی بنیاد گیج تشاکل (guage symmetry) کے اُصولوں پر رکھی گئی ہے اورانہیں سکیلنگ تشاکل(scaling symmetry) کے ذریعے حل کیا جاتا ہے۔میرے لیے یہ بات انتہائی خوش کن تھی کہ ایک طالب علم کی حیثیت سے میں جن تصورات کو پسند کرتا تھا،انھیں استعمال میں لاکر بنیادی طبعیات کے ایک اہم حصے کے لیے ایک مستحکم اورانتہائی درست نظریہ حاصل کرلیا گیا ہے۔میں ان تصورات کو مسلسل مختلف طریقوں سے استعمال کرتا رہا ہوں اور مجھے یقین ہے کہ ان کا مستقبل بڑا شاندار ہے۔

حال ہی میں، میں نے اپنے ایک مضمون میں انتہائی مختصراور سادہ زبان میں اپنی چند انتہائی اہم تحقیقات کی وضاحت کی ہے اور بتایا ہے کہ اب ان کا رُخ کس طرف ہے ۔ اس مضمون کو آپ http://arxiv.org/hep-ph/0401034 پر ملاحظہ فرما سکتے ہیں۔میرے درج ذیل ویب پیج پر آپ کو اس سے بھی زیادہ معلومات میسرآ سکتی ہیں۔

http://web.mit.edu/physics/facultyandstaff/faculty/frank_wilczek.html.

حواشی

* **تعارف:** فرینک وِلچیک(Frank Wilczek)(پیدائش 1951ء) امریکا کے نظریاتی طبعیات دان ہیں۔انھوں نے مضبوط نیوکلیئر تعامل(Strong Nuclear Interection) کی ایسی خصوصیت کا پتہ چلایا تھا جس کے مطابق چند مخصوص بنیادی ذرّات جتنا ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں اتنا ہی ایک دوسرے کی کشش سے آزاد ہو جاتے ہیں۔اس خصوصیت کو متقاربی آزادی(Asymptotic Freedom) کہا جاتا ہے اس پر انھیں ڈیوڈ گراس(David Gross)اور ڈیوڈ پولٹزر(David Politzer)کے ساتھ 2004ء میں مشترکہ نوبل انعام ملا تھا۔

(i)۔برٹرنیڈ رسل (Bertrand Russel) 1970ء-1872ء برطانوی اشرافیہ سے تعلق رکھتے تھے۔اُن کی بھرپور علمی زندگی کے حوالے سے انہیں فلاسفر،ماہر منطق،ریاضی دان،تاریخ دان،ادیب،معاشرتی ناقد اور سیاسی فعالیت پسند کہا جا سکتا ہے۔اُن کی سینکڑوں تصنیفات کا سلسلہ 1896ء سے 1969ء تک جاری رہا۔

(ii)۔ ڈیوڈ گراس(David Gross)(پیدائش 1941ء) ذرات کی طبعیات اور سٹرنگ نظریے(String Theory) کے امریکی ماہر ہیں۔وہ یونیورسٹی آف کیلی فورنیا میں پروفیسر کے طور پر تحقیق وتدریس سے وابستہ ہیں۔انھوں نے فرینک وِلچیک (Frank Wilczek)اور ڈیوڈ پولٹزر(David Politzer) کے ساتھ 2004ء میں نوبل انعام حاصل کیا تھا۔

ماضی پر ایک نظر
(Looking Back)

ایڈورڈ وِٹن*
(Edward Witten)

انسٹی ٹیوٹ فار ایڈوانسڈ سٹڈی، پرنسٹن، امریکا
(Institute for Advanced Study at Princeton, USA)



© Courtesy of Randall Hagadorn

میری یاداشت کے مطابق اپنی عمر کے ابتدائی ترین دور میں ہی میں ریاضی کا گرویدہ ہو گیا تھا۔ کچھ عرصہ بعد میری دلچسپی فلکیات میں ہوگئی۔ میں سات سال کا تھا جب سوویت یونین نے پہلا مصنوعی سیارہ سپٹنک (Sputnik) خلا میں چھوڑا۔ ان دنوں میرے اردگرد موجود تمام لوگ خلا کے متعلق بہت پُر جوش تھے اور یقیناً میں بھی تھا۔ اس وقت میں نے سوچا تھا کہ میں بڑا ہو کر ماہر فلکیات بنوں گا۔ تاہم مجھے کچھ کچھ یاد ہے کہ میرے بالغ ہونے تک اس جوش کے ساتھ یہ خوف بھی جڑ گیا تھا کہ ماہرین فلکیات کو خلا میں کام کرنا پڑے گا۔ میں نہیں سمجھتا تھا کہ خلا میں کام کرنا خطرے سے خالی ہوگا۔ آج جب میں پیچھے مڑ کے دیکھتا ہوں تو مجھے اس وقت کی اپنی تشویش ضرورت سے زیادہ بڑھی ہوئی معلوم ہوتی ہے۔ اس بات کے چالیس سے زائد برس بعد فلکیاتی مصنوعی سیارے سائنسی تحقیق میں بڑا اہم کردار ادا کر رہے ہیں اور قریب قریب تمام ماہرین فلکیات آج بھی اپنا کام زمین پر ہی انجام دے رہے ہیں اور محفوظ ہیں۔

جب میری عمر نو سال کے قریب ہوئی تو میرے والدین نے مجھے ایک تین انچ کی دوربین لے دی۔ میں نے ایک دفعہ اور صرف ایک دفعہ اس دوربین سے زحل (Saturn) کے حلقے دیکھے تھے اور آج جو پلٹ کے دیکھتا ہوں تو مجھے حیرت ہوتی ہے کہ بچپن میں دوربین سے زحل کو دیکھنا مجھے کیوں دشوار لگتا تھا۔ آج مجھے یہ بات بالکل عیاں لگتی ہے کہ شہروں اور ان کے نواحی علاقوں کی آلودہ روشنیوں والے آسمان میں بھی زحل ہی ایک ایسا سیارہ ہے جو آسمان پر بلند ہوتا ہے تو اچٹتی ہوئی نگاہ ڈالنے پر بھی دکھائی دے جاتا ہے اور یہ ہر سال

کئی ماہ تک آسمان پر بلند رہتا ہے۔

جب میری عمر گیارہ سال کی تھی تو ریاضی کے مضمون کیلکولس (calculus) سے میرا تعارف ہوا اور یہ ان تمام چیزوں میں جن کے متعلق میں نے سن رکھا تھا سب سے زیادہ ولولہ انگیز تھا۔ اس کے بعد چند برس تک میں یہی سوچتا رہا کہ میں ریاضی دان بنوں گا۔ اس وقت کی عمومی سوچ یہ تھی کہ بچوں کو تعلیمی میدان میں بڑی تیزی کے ساتھ بہت دور تک نہ جانے دیا جائے۔ اس لیے مجھے جدید ریاضی تک پہنچنے میں کئی برس لگ گئے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ میں ایک طویل عرصے تک یہی سمجھتا رہا کہ میں نے جس قدر ریاضی سیکھ لی ہے اس سے آگے کی ریاضی صرف اس کی ہی کوئی زیادہ پیچیدہ قسم ہوگی۔ شاید یہی وجہ ہے کہ ریاضی میں میری دلچسپی کچھ عرصے کے لیے ماند پڑ گئی۔

اس کے بعد میری دلچسپی متعدد ٹیڑھے میڑھے راستوں کو چھوتی رہی۔ میں نے نوجوانی میں مختلف مضامین پر طبع آزمائی کی (جن میں لسانیات اور اقتصادیات شامل تھے، اور تاریخ بھی جو انڈر گریجویشن میں میرا بنیادی مضمون تھا)۔ جب میں اکیس برس کا ہوا تو میں نے طبیعیات پر اپنی توجہ مرکوز کرنے کا فیصلہ کیا اور اس نتیجے پر پہنچا کہ طبیعیات اور ریاضی ہی دو ایسے مضامین ہیں جن کی مجھ میں صلاحیت ہے اور یہی میرے لیے خاطر خواہ چیلنج فراہم کریں گے۔

میرا ریاضی کے بجائے طبیعیات کا انتخاب ایک طرح سے چھوٹے سے اتفاق کی وجہ سے ہوا۔ وہ ایسے کہ میں لائبریری سے کچھ ریاضی اور طبیعیات کی کتابیں لینے گیا۔ مجھے طبیعیات کی کتابیں زیادہ پسند آ گئیں۔ ماضی کی فراست کی بناء پر آج میں یہ جانتا ہوں کہ اس وقت میری طبیعیات کی کتابوں کا انتخاب تو بہت اچھا تھا جبکہ ریاضی کی کتابیں اتنی زیادہ مناسب نہیں چن سکا تھا۔

میں نے اکثر سوچا ہے کہ اگر میں نے مختلف حالات میں پرورش پائی ہوتی تو کیا ہوتا۔ یقیناً میں خوش قسمت رہا ہوں کہ مجھے ریاضی اور سائنس پڑھنے کا اتنا شاندار موقع میسر آیا اور میں نے کچھ گھوم پھر کے بالآخر ان مواقع سے فائدہ اُٹھالیا۔ ہماری دنیا میں بہت سے لوگوں کو ایسے مواقع نہیں ملتے جیسے مجھے ملے۔ پھر میری خوش قسمتی کا دوسرا پہلو امریکا کا وہ نظامِ تعلیم تھا جس میں اتنی لچک ضرور تھی کہ جب میں نے اکیس سال کی عمر میں سائنسدان بننے کی تیاری کا فیصلہ کیا تو اس عمر میں بھی ایسا کرنا ممکن تھا۔ ایسے بہت سے ملک جو ریاضی اور سائنس کی تعلیم کے یقیناً شاندار مواقع فراہم کرتے ہیں، ان کا تعلیمی نظام اتنا سخت گیر ہے کہ اکیس برس کی عمر میں کسی کے لیے طبیعیات جیسے مضمون کی تعلیم کا آغاز کرنا مشکل ہوتا ہے۔ ان ملکوں میں اس مقام تک پہنچنے اور اس مضمون کو اختیار کرنے کے لیے ایک مقررہ تعلیمی طریق کار سے گزرنا پڑتا ہے۔ دوسری طرف اس طریق

کار کی خوبی یہ ہے کہ اگر میں ان میں سے کسی ایک ملک میں بڑا ہوا ہوتا تو مجھے شروع سے ہی ریاضی اور طبیعیات کے راستے پر چلایا جاتا اور میں اس طرح نہ بھٹکتا جس طرح کہ میں حقیقت میں بھٹکتا رہا ہوں۔

میں نے 1973ء کے موسم خزاں میں اطلاقی ریاضی کے پروگرام میں شرکت کے لیے پرنسٹن کے گریجویٹ سکول میں داخلہ لیا۔ وہاں اس بات کی گنجائش موجود تھی کہ میں ریاضی یا سائنس کے کسی بھی پہلو پر اپنی توجہ مرکوز کرنا چاہوں تو کر سکوں۔ میں نے ذرّوں کی طبیعیات (particle physics) پڑھنے کا فیصلہ کیا اور ایک سال بعد شعبۂ ریاضی سے طبیعیات کے شعبے میں چلا گیا۔ یہ وہ زمانہ تھا جب معلوم ذرات کے باہمی عمل کا وہ معیاری ماڈل(i) (standard model) واضح ہونے لگا تھا جو آج ہمارے سامنے ہے۔ میں اس وقت اپنی تعلیم میں بمشکل اس مقام تک پہنچا تھا کہ جب 1974ء کے موسم خزاں میں J/ψ ریزونس (J/ψ resonance) دریافت ہوئی تو میں یہ سمجھ سکتا تھا کہ اس کا مطلب کیا ہے۔ یہ معیاری ماڈل تشکیل دینے کے اہم سنگ میلوں میں سے ایک تھا۔ میرا خیال ہے کہ اگر یہ معیاری ماڈل سامنے نہ آیا ہوتا تو تجربات کے دوران ملنے والے سراغوں کو سمجھنے کے لیے میں ذرات کے مظاہرات کا ماہر (phenomenologist) بن جاتا۔ میرے تعلیمی سفر کا آغاز کچھ ایسا ہی تھا۔ میرے پی ایچ ڈی مقالے کا تعلق ڈیپ اِن الاسٹک (deep inelastic) فوٹون۔ فوٹون انتشار (photon-photon scattering) جیسے سوالات سے تھا۔ اس انتشار کو ناپنے کا عملی طریقہ یہ تعامل (reaction) ہے:

لیکن اس کے ساتھ ہی ایک طالب علم کے طور پر میں اُس مختلف قسم کے سوال میں محو ہو گیا جسے ''معیاری ماڈل'' کے سامنے آ جانے کے بعد ہی اُٹھایا جا سکتا تھا۔ اس مسئلے کا تعلق کوانٹم کروموڈائنمکس (quantum chromodynamics - QCD) کو سمجھنے اور اس میں کوارکس (quarks) کی بندش (quark confinement) جیسی کچھ حیرت انگیز خصوصیات کو بیان کرنے سے تھا۔ بدقسمتی سے اگرچہ اس بارے میں ولولہ انگیز بصیرت تو ضرور حاصل ہوگئی ہے اور میں نے اس ضمن میں طبیعیات کو جو کچھ دیا اسے کھوجنے اور پانے میں لطف بھی بہت آیا مگر کوانٹم کروموڈائنمکس بڑی حد تک ایک بہت مشکل موضوع ہی رہا۔ تاہم اس پر غور و خوض کرتے ہوئے گیج نظریے (gauge theory) کے عمومی طرزِ عمل کے متعلق کئی دوسرے سوالات اٹھے جن میں میری دلچسپی بڑھتی چلی گئی۔ اس طرح یہ معلوم ہوا کہ گیج نظریے کا کئی پہلوؤں سے تعلق تفرقی جیومیٹری (differential geometry) سے ہے۔ یہ ایسی نسبت ہے جس کو میں نے اور دوسرے طبیعیات دانوں نے شروع شروع میں کوئی اہمیت نہیں دی۔ وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ مجھے ان سوالات میں گہری دلچسپی ہوگئی۔ ان میں سے کچھ کا اطلاق کوانٹم کروموڈائنمکس (quantum chromodynamics) اور طبیعیات کے دوسرے

نظریات پر کیا جا سکتا تھا اور کچھ ایسے تھے جو بذات خود ایک حیرت انگیز ریاضیاتی گہرائی کے حامل تھے۔ اس سلسلے میں بہت سے موڑ آئے اور ان میں سے ایک اس وقت رونما ہوا جب میں ہارورڈ (Harvard) یونیورسٹی میں بعداز پی ایچ ڈی (postdoc) طالب علم کے طور پر کام کر رہا تھا۔ ہوا یوں کہ سڈنی کولمین (Sidney Coleman) نے مجھے البرٹ شوارز (Albert Schwarz) کے اس کام کے متعلق تفصیلاً بتایا جس میں اتیاہ۔ سنگر انڈکس کے کلیہ (Attiya-Singer index theorem) کا استعمال کرتے ہوئے (جس کے بارے میں ہم میں سے کسی نے سنا تک نہ تھا) ڈیراک آپریٹرز (Dirac operators) کی ان خصوصیات کی تشریح کی گئی تھی جن کا جرالڈ ٹی ہوفٹ[ii] (Gerald t' Hooft) کے QCD کے U(1) والے مسئلہ پر کیے گئے کام میں اہم کردار تھا۔

سٹرنگ نظریہ (string theory) کے بارے میں بھی پہلی بار میں نے اپنے QCD میں دلچسپی کے سلسلے میں ہی سنا۔ 1975ء کے اوائل میں میرے اتالیق ڈیوڈ گراس (David Gross) نے مجھے مشورہ دیا کہ میں ٹی ہوفٹ کے اس مقالہ کا مطالعہ کروں جو انہوں نے مضبوط تعامل (strong interaction) کے مستوی شکلی پھیلاؤ (planar diagram expansion) کے بارے میں لکھا ہے۔ اس کام کی موجودہ وضع کے مطابق ٹی ہوفٹ (t' Hooft) نے یہ تجویز کیا تھا کہ وہ QCD جس میں کلرز (colours) کی تعداد N ہو وہ اس سٹرنگ تھیوری (string theory) کے مترادف ہوگی جس میں سٹرنگ کپلنگ کا مستقلہ (string coupling constant) 1/N ہو۔ (اب تک کے شواہد کے مطابق یہ تجویز صحیح پٹڑی پر ہے تاہم ابھی تک اس کا مناسب ارتقاء نہیں ہوا)۔ یہاں سے میری زندگی بھر کی وہ دلچسپی شروع ہوئی جس کا تعلق گیج نظریہ (guage theory) کے 1/N پھیلاؤ (1/N expansion) سے ہے گو کہ ابھی تک مجھے اس کا مکمل علمی صلہ نہیں ملا۔ اس کام کی وجہ سے سٹرنگ نظریہ (string theory) میں میری بطور خاص دلچسپی کی ابتدا نہیں ہوئی، کیونکہ اس وقت میں نے سٹرنگ نظریے کو بہت زیادہ سمجھے بغیر ہی 1/N پھیلاؤ (1/N expansion) پر کام شروع کر دیا تھا۔ بعد میں جب جان شوارز (John Schwarz) اور مائیکل گرین (Michael Green) نے سٹرنگ نظریے کا احیا کیا اور بہت سے شاندار نتائج حاصل کر دکھائے تو مجھ پر واضح ہوا کہ ذرات کے تعامل کا مربوط سٹرنگ نظریہ (unified string theory of particle interaction) ہی وہ انتہائی جرأت مندانہ موضوع ہے جس پر مجھے کام کرنے کی کاوش کرنی ہے اور یہی میری کوششوں کا موزوں دائرہ ہو سکتا ہے۔

تقریباً بیس سال پہلے ایک سنیئر طبعیات دان نے جن کا میں بہت مداح ہوں مجھ سے کہا تھا کہ جب کوئی بوڑھا ہو جاتا ہے تو اسے سرگرم عمل رہنے کے لیے دوسروں کی ایجاد کی ہوئی چیزوں پر کام کرنے سے

شرمانا نہیں چاہیے۔ اس کے بعد انھوں نے مجھے ان طبیعیات دانوں کی مثالیں دیں جنھوں نے ان کے اندازے کے مطابق اس اصول کی پابندی کی تھی یا نہیں کی تھی۔ اب جبکہ میں پچاس کے پیٹے میں ہوں تو میرے خیال میں یہ مجھ پر منحصر ہے کہ میں اپنے دوست کی تجویز پر عمل کرنے کی کوشش کروں۔

حواشی

* تعارف: ایڈورڈ وٹن(Edward Witten)، پیدائش 1951ء، امریکا کے نظریاتی طبیعیات دان ہیں ان کی زیادہ توجہ ریاضیاتی طبیعیات پر رہی ہے۔ اسی لیے وہ پہلے طبیعیات دان ہیں جنھیں ریاضی کی عالمی یونین نے 2004ء میں فیلڈ میڈل دیا۔ اِس کے علاوہ انہیں 14 بین الاقوامی اعزازات سے نوازا گیا ہے۔ اِس میں ICTP کا ڈیراک میڈل (Dirac Medal) بھی شامل ہے۔ جن موضوعات پر انہوں نے اہم تحقیقی نتائج پیش کیے اُن میں سٹرنگ نظریہ(String Theory)، کوانٹم کششِ ثقل (Quamtum Gravity)اور سپر متشاکل کوانٹم فیلڈ نظریہ (Supersymmetric Quantum Field Theory)شامل ہیں۔

(i)۔ ''معیاری ماڈل''(Standard Model): یہ ماڈل بنیادی ذرات کے تعامل کا مربوط ریاضیاتی ڈھانچہ ہے۔ اس ماڈل کے ارتقاء میں نمایاں کردار ادا کرنے پر ایک پاکستانی سائنسدان عبدالاسلام اور دو امریکی سائنسدانوں شیلڈن گلیشو اور سٹیون وائنبرگ(Sheldon Glashow and Steven Weinberg) کو 1979ء میں نوبل انعام دیا گیا۔ یہ ماڈل مادہ کے بنیادی ذرات اور اُن کے درمیان قوتوں کے لیے بہت اہمیت رکھتا ہے اور اب تک کیے گئے تجربات کے تقریباً تمام مشاہدات سے مطابقت رکھتا ہے۔

(ii)۔ جیرالڈ ٹی ہوفٹ(Gerald t' Hooft)، پیدائش 1946ء، نیدرلینڈ کے رہنے والے نظریاتی طبیعیات دان ہیں۔ انہیں اپنے تحقیقی مقالہ کے اتالیق مارٹینس ویلٹ مین(Martinus Veltman) کے ساتھ مشترکہ طور پر 1999ء میں طبیعیات کا نوبل انعام ملا۔ دونوں نے مل کر الیکٹرو یک(electroweak) نظریہ کو وہ ریاضیاتی بنیاد فراہم کی جس کی وجہ سے اس نظریہ کو تجربات سے پرکھا جاسکتا ہے۔

میرا ریاضی سیکھنے کا تجربہ

(My Experience in Learning Mathematics)

شِنگ ٹُنگ یاؤ*

(Shing Tung Yau)

ہارورڈ یونیورسٹی، امریکا

(Harvard University, USA)



© Courtesy of Shing Tung Yau

جب میں پرائمری سکول میں تھا تو میری ریاضی اتنی اچھی نہیں تھی۔ اس زمانے میں مجھ سے معمول کی ایسی مشقیں کرائی جاتی تھیں جو زیادہ دلچسپ نہیں تھیں۔ تاہم تیرہ سال کی عمر میں صورتحال اُس وقت بدل گئی جب مجھے مستوی جیومیٹری (plane geometry) کا حسن دکھایا گیا۔ میرے لیے سادہ سے مفروضوں کو استعمال کر کے مستوی جیومیٹری کے بہت سے خوبصورت اور پیچیدہ مسائل کو ثابت کرنے کا تصور بہت ولولہ انگیز تھا۔ اس لیے میں نے اس موضوع پر خود تحقیق شروع کر دی۔ میں نے اپنے طور پر کچھ دلچسپ بیانات (statements) مرتب کیے اور ان کو سادہ مفروضوں کے ذریعے ثابت کرنے کی کوشش کی۔ یہ بہت پُر لطف سلسلہ تھا۔

دراصل میں نے بے شمار کتابیں کُتب خانہ میں بیٹھ کر پڑھیں (اُن دنوں لائبریریوں کی حالت بہت ابتر ہوا کرتی تھی)۔ چنانچہ میں نے بہت جلد ایسی معلومات حاصل کر لیں جن کا علم نہ تو میرے ساتھی طلبہ کو تھا اور نہ ہی میرے اساتذہ کو۔ تعلیم کے میدان میں مجھے میرے دوستوں پر فوقیت دلانے والے اس خفیہ ہتھیار پر مجھے بہت فخر تھا۔ مجھے اب بھی یاد ہے کہ میں پیمانے اور پرکار (compass) کی مدد سے ایک شکل بنانا چاہتا تھا اور ڈیڑھ سال سے زیادہ کوشش جاری رکھنے کے باوجود ایسا کرنے میں کامیاب نہ ہو سکا۔ اپنے تئیں اس طرح کے دلائل میں بہتر استعداد حاصل کرنے کے باوجود اس ناکامی نے مجھے جھنجھلاہٹ میں مبتلا کر دیا۔ آخر کار مجھے ایک حوالہ جاتی کتاب میں، جسے ایک جاپانی ریاضی دان نے شائع کیا تھا، ایک ایسا کلیہ (theorm) مل گیا

جس میں کہا گیا تھا کہ اس طرز کی شکل کا بنانا ممکن نہیں ہے۔ چونکہ یہ کلیہ ہر کسی زاویے کو تین برابر حصوں میں تقسیم کر سکنے کی ناممکنات [(i)] کے مستند دعوے میں شامل نہیں تھا، اس لیے میرے اساتذہ اس سے لاعلم تھے۔ اسی عرصے میں، میں روایتی مستوی جیومیٹری کے مشکل سوالات کو سمجھنے کے لیے الجبرے کی طاقت سے بہت متاثر ہوا۔

اس واقعہ سے میں نے یہ بھی سیکھا کہ ان حوالہ جاتی کتابوں کا پڑھنا انعام بخش تھا۔ جو سکول میں نہیں پڑھائی جاتی تھیں۔ میرا ہائی سکول حقیقت میں ریاضی کے بہترین ہائی سکولوں میں سے ایک تھا۔ تاہم سکول کی کلاس کی تعلیمی ضرورتوں سے ہٹ کر اپنے موضوع سے متعلق کتابیں پڑھنا اور انھیں سمجھنا میرے مستقبل کی ترقی کے لیے بہت مفید ثابت ہوا۔ اس کے باوجود کہ لائبریری سے کتابیں حاصل کرنا بہت مشکل تھا مگر جو میسر آ جاتی تھیں انھیں پڑھنے سے مجھے بہت فائدہ ہوا، گو کہ انھیں کسی مدد کے بغیر پڑھنا آسان نہیں تھا۔ اکثر اوقات، میں نے انھیں تین سے زیادہ بار پڑھا اور اس کے باوجود میں انھیں پوری طرح سمجھ نہیں سکا، تاہم میں نے انھیں بہت مفید پایا۔

رفتہ رفتہ جو کچھ میں پڑھتا تھا وہ مجھے سمجھ میں آنے لگ گیا۔ جب کبھی بھی مجھے ایسے تصورات کے استعمال کی ضرورت پڑی جن کو ابتدا میں میں نہیں سمجھ پایا تھا وہ اچانک میرے دماغ میں آ گئے اور میں نے انھیں بہت جلدی سمجھ لیا۔ مجموعی طور پر میرے برس ہا برس کے تحقیقاتی کام میں اس قسم کے واقعات بار بار پیش آتے رہے ہیں۔

میرے ذاتی تجربہ نے مجھے یہ سکھایا ہے کہ ہمیں اُن مضامین کو جن میں ہماری دلچسپی ہوتی ہے پڑھتے رہنا چاہیے، چاہے ہمیں اس کا فوری فائدہ حاصل نہ ہو سکے۔ میں نے ریاضی کے ان دوسرے شعبوں کے متعلق سوچنا شروع کیا جو مستوی جیومیٹری کی طرح سادہ مفروضوں پر استوار معلوم نہیں ہوتے تھے۔ اس کام میں مجھے کسی حد تک مایوسی ہوئی کیونکہ میرا یہ ایمان ہے کہ ریاضی ایک مکمل طور پر مربوط مضمون ہے۔ جب میں کالج گیا تو میں نے ڈیڈن کنڈ کٹ [(ii)] (Dedinkind Cut) اور اس سے متعلق دوسری اشکال کے بارے میں سیکھا۔ تب مجھے ریاضی کے نظام کی خوبصورتی کا ادراک ہوا۔

اگرچہ مجھے ریاضیاتی منطق پر کام کرنے کا کبھی شوق نہیں رہا مگر ریاضی کی سادگی کے حُسن اور اس کی کڑی ضابطگی نے مجھ پر گہرا اثر چھوڑا۔ مجھے اپنی زندگی ریاضی پر تحقیق کے لیے وقف کر دینے پر کسی قسم کا کوئی پچھتاوا نہیں۔ کسی بھی مضمون کی خوبصورتی کو محسوس کرنے کا خیال کئی سائنسدانوں کی پر جوشی کا باعث رہا ہے۔ اور میرا یہ ایمان ہے کہ اچھے طلبہ کو سائنس کی دلکشی سے ضرور لطف اندوز ہونا چاہیے۔

جب میں ہانگ کانگ میں تھا تو مجھے عظیم ریاضی دانوں سے ملنے کا موقع نہیں ملا تھا لیکن جب میں 1969ء میں برکلے (Berkley) پہنچا تو یہاں سب کچھ مختلف نظر آیا۔ یہ ایک انقلابی تبدیلی تھی جس نے میرے ریاضی کے ذوق کو پہلے کے مقابلہ میں بالکل بدل دیا۔ ہمارے سائنسی ذوق کا انحصار ان سائنسدانوں پر ہوتا ہے جن سے ہم رابطے میں آتے ہیں۔ یہ پانی میں ایک مچھلی جیسا معاملہ ہوتا ہے اور اس کا انحصار اس بات پر ہوتا ہے کہ مچھلی چھوٹے تالاب میں ہے یا سمندر میں۔ مچھلی ان دونوں میں سے جس جگہ بھی موجود ہو، وہ اسی کے حوالے سے اپنی زندگی کے امکانات کو دیکھتی ہے۔ ایک سائنسدان جو خود بھی ایک اعلیٰ مقام حاصل کرنے کی جدوجہد کر رہا ہو اس کے لیے عظیم سائنسدانوں سے ملنا اپنے لیے اعلیٰ مقام حاصل کرنے کی سمت میں یقیناً ایک اہم قدم ہوتا ہے اور میرا یہ ماننا ہے کہ ایسے رابطے قائم کیے بغیر کسی ریاضی دان کا عظمت کے مقام کو چھو لینا شاذ و نادر ہی ممکن ہوتا ہے۔ اس لیے مجھے جب بھی موقع ملتا ہے میں نامور سائنسدانوں کے لیکچر سننے ضرور جاتا ہوں۔

یہ میرے چند ذاتی تجربات ہیں اور میں اگرچہ یہ نہیں سمجھتا کہ میں بہت سے طلبہ سے زیادہ سوجھ بوجھ کا مالک ہوں لیکن میں نے اس خوش قسمت راستے کا انتخاب ضرور کیا ہے جس پر چلتے ہوئے میں کچھ کارہائے نمایاں کرنے کے لائق ہوا ہوں۔

حواشی

* **تعارف:** شنگ ٹنگ یاؤ(Shing Tung Yau)، پیدائش 1949ء، چینی نژاد امریکی ریاضی دان ہیں وہ چین کے صوبے گوانگ ڈونگ(Guangdong) میں پیدا ہوئے لیکن اُن کا خاندان ہانگ کانگ منتقل ہو گیا جہاں انہوں نے ابتدائی تعلیم حاصل کی۔ یاؤ(Yau) کے کام نے ریاضی کے ساتھ ساتھ طبیعیات پر بھی اثرات مرتب کیے ہیں۔ اُنہوں نے وہ ثبوت مہیا کیا جس کے تحت سٹرنگ نظریہ(string theory) کو قدرت کے متحدہ نظریہ کے طور پر ریاضیاتی طور پر قابل عمل امیدوار گردانا گیا۔۔ پھر انھوں نے مثبت توانائی کے کلیے کا ثبوت پیش کیا جس سے طے ہوا کہ آئن سٹائن(Einstein) نے ساٹھ سال پہلے عمومی اضافیت کا جو نظریہ پیش کیا تھا وہ ریاضیاتی لحاظ سے مربوط اور مستحکم ہے۔

(i)۔ اِس کلیہ کے مطابق یہ ناممکن ہے کہ آپ کسی عمومی زاویہ کو صرف پرکار اور بغیر نشان شدہ پیمانے کی مدد سے تین برابر حصوں میں تقسیم کر سکیں۔ تاہم اس کا مطلب یہ نہیں کہ کوئی بھی ایسا زاویہ نہیں جس کے لئے تین حصص کی تقسیم نہ کی جا سکے (زاویہ قائمہ (right angle) کو آسانی سے تقسیم کیا جا سکتا ہے)۔ اس کلیہ کا ثبوت 1937ء میں فرانسیسی ریاضی دان پیئغ وانزل(Pierre Wantzel) نے پیش کیا تھا۔

(ii)۔ ڈیڈی کنڈ کٹ(Dedikind Cut)، ناطق اعداد(Rational Numbers) کی دو ایسے حصوں اے(A) اور بی(B) میں تقسیم (Partition) کو کہتے ہیں جو خالی سیٹ(Empty Set) نہیں ہیں اور جن میں اے(A) کے تمام ارکان بی(B) کے تمام ارکان سے چھوٹے ہوتے ہیں اور سیٹ اے(A) کا کوئی رُکن ایسا نہیں ہے کہ جو اِس سیٹ کے باقی تمام ارکان سے بڑا ہو۔

ریاضی اور سائنس کی کتابوں سے روابط

(My Encounters with Mathematics and Science Books)

جیمز اے۔ یورک*

(James A. Yorke)

میری لینڈ یونیورسٹی، امریکا

(University of Maryland, USA)



© Courtesy of James A. Yorke

یہ جاننا ذرا پُراسرار سی بات ہے کہ وہ کون سے تصورات ہوں گے جو ہماری توجہ کا مرکز بن کر عمر بھر ہمارے ساتھ رہیں گے۔ یہ تجربہ ہر ایک کو ہوتا ہے کہ چھوٹے چھوٹے واقعات ہماری زندگیوں میں بڑی بڑی تبدیلیاں لے آتے ہیں۔ میرا ماننا ہے کہ علمی دنیا میں بھی ایسا ہی ہوتا ہے۔ میں اپنا مضمون ایک ایسے ہی واقعہ کے بیان سے شروع کر رہا ہوں۔

جب میرا لڑکپن تھا تو میرے خاندان کے افراد سال میں یا اس سے کچھ کم و بیش عرصے میں ایک دفعہ نیویارک لازماً آتے تھے۔ مجھے اس شہر کی عمارتوں پر دھوئیں کے زیرِ اثر سرمئی رنگ زیادہ نمایاں لگتا تھا۔ جب میں نو سال کا تھا تو ایک دن میں اپنے خاندان کے ہمراہ نیویارک میں قدرتی تاریخ کا امریکی عجائب گھر (American Museum of Natural History) دیکھنے گیا۔ اس عجائب گھر کے بہت بڑے علاقے میں پورے قد کے ڈائینو سار (dinosaurs) سے لے کر خوبصورت جواہرات تک اور ماضی کی انسانی ثقافت کے مختلف ادوار کے نمونے نمائش کے لیے رکھے ہوئے تھے۔ مجھے یقین ہے کہ اس میں سے زیادہ تر مجھے دلچسپ لگے ہوں گے، لیکن جس نے حقیقتاً میرے ذہن کو مسحور کیا وہ سیاروں کی نمائش (planeterium) کا حصّہ تھا جہاں نظامِ شمسی کی دوسری دنیاؤں اور خلاء میں ان کی حرکات کو دکھایا گیا تھا۔ وہاں ایک بڑے سیّارچے (asteroid) کا حیرت انگیز نمونہ ساکن حالت میں موجود تھا اور اس کی گڑھوں والی شیشے جیسی چمکدار سطح سے ظاہر تھا کہ وہ تیزی سے کُرّہ باد میں داخل ہوتے ہوئے جل اٹھا تھا۔ اس نمائش میں ایک اور جگہ ایسی بنائی گئی تھی جہاں آپ مختلف سیاروں کے

ترازو پراپناوزن کرسکتے تھےاور یہ ترازو بتاتے تھے کہ ایک لڑکا جس کا زمین پر وزن سو پاؤنڈ ہے اس کا مشتری پر دوسوبیس پاؤنڈ یا مریخ پر اڑتیس یا چاند پر سولہ پاؤنڈ ہوگا۔ شمسی نظام کی پیائش کے تناسب سے بنائے گئے ایک ماڈل میں یہ دکھایا گیا تھا کہ سورج سے دور کے سیارے، سورج سے قریب کے سیاروں کی بہ نسبت سورج کے گرد اپنا چکر آہستہ طے کر رہے ہیں اور طفیلی سیارے (satellites) اپنے اپنے سیاروں کے گرد بڑی تیزی کے ساتھ حرکت کرتے ہیں۔

اس کے بعد مجھ پر سب سے گہرا اثر سیاروں اور ستاروں سے متعلق کتابوں کے ذخیرہ نے مرتب کیا۔ میں نے یہاں سے فلکیات کی کتابیں خریدیں اور یہ کتابیں میری اچھی ساتھی بن گئیں۔ ان میں جس قدر باتیں لکھی ہوئی تھیں ان سب کو میں نے اپنے اندر سمولیا۔ اس کے بعد سے میں نے یہ عادت بنالی کہ میں سکول کے بعد سہ پہر کا وقت لائبریری میں کتابیں پڑھتے ہوئے گزارتا۔ اس طرح میں نے نظام شمسی اور سیاروں کے متعلق پڑھنا، جاننا اور سیکھنا شروع کر دیا۔ مریخ (Mars) کے متعلق میں نے یہ جانا کہ اس کا سال کتنا طویل ہوتا ہے۔ یہ سرد ہے خاص طور پر رات کے وقت مریخ پر سردی بڑھ جاتی ہے۔ اس پر ہوا قریب قریب نہ ہونے کے برابر ہوتی ہے۔ اس کا دن زمین کے دن سے 37 منٹ بڑا ہوتا ہے اور اس کے اپنے دو چھوٹے چھوٹے چاند ہیں۔ اس کے محور کا جھکاؤ، قریب قریب زمین کے محور کے جھکاؤ کے برابر یعنی چوبیس ڈگری ہے۔ مشتری (Jupiter) اتنی تیزی سے گردش کرتا ہے (اس کا دن ہمارے دس گھنٹوں کے برابر ہوتا ہے) کہ اس کا خطِ استوا کے لحاظ سے قطر قطبین کے درمیان والے قطر سے دس فی صد بڑا ہوتا ہے۔ اس کے اردگرد کی بھاری فضا زیادہ تر ہائیڈروجن اور ہیلیم وغیرہ سے بنی ہوئی ہے۔ میں نے ان اعداد و شمار کو اس طرح یاد کر لیا تھا جیسے بچے اپنی پسند کے کھلاڑیوں کی ٹیموں کے متعلق تمام معلومات جمع کر لیتے ہیں۔ اس زمانے میں، میں نے جو حقائق معلوم کیے تھے ان میں سے زیادہ تر آج بھی میرے ذہن میں محفوظ ہیں۔ ایک نو سال کا بچہ اتنا ہی تو کر سکتا ہے۔ مثال کے طور پر مجھے اس زمانے میں کیپلر [(i)] (Kepler) کا یہ قانون معلوم نہیں تھا کہ سیاروں کا سال، سورج سے ان کے فاصلے کی مقدار کی 3/2 قوت کے متناسب ہوتا ہے۔

مجھے یہ بات معلوم تھی کہ یہ حقائق کس طرح حاصل کیے گئے ہیں اور میری کتاب میں ستاروں اور سیاروں کی جو شاندار تصویریں ہیں انھیں ایسی دوربینوں کی مدد سے طویل مشاہدہ کے بعد حاصل کیا گیا ہے جیسے کہ 200 انچ قطر کے انعکاسی شیشے والی دوربین جو پالومر [(ii)] (Palomar) پہاڑ پر نصب ہے۔ مجھے چھوٹی دوربینوں سے ستاروں اور سیاروں کو دیکھنے میں قطعی کوئی دلچسپی نہیں تھی۔ کئی سال بعد جب میں ہائی سکول میں تھا اس وقت طبعیات کی لیبارٹری میں مجھے تجربات کرنے میں اس لیے کوئی دلچسپی نہیں تھی کیونکہ مجھے یہ محسوس

ہوتا تھا کہ اس طرح مجھ پر صرف آلات کی محدود صلاحیّت کا ہی بھید کھلے گا۔ اس کے برعکس بہت سے طلبہ ایسے تھے جنھیں ان تجربات سے تقویت کا احساس ہوتا تھا۔ شاید میری یہ کیفیات مجھے یہ سمجھا رہی تھیں کہ میں اس لیے نہیں پیدا ہوا تھا کہ لیبارٹری کے اندر رہ کر تجربات کرنے والا سائنسدان بن جاؤں۔

1951ء تک نظامِ شمسی کے متعلق حقائق محدود پیمانے کے تھے لہٰذا میری دلچسپی میں تبدیلی آ گئی۔ جب میں دس سال کا تھا تو میں خیالی سائنسی کہانیوں (science fiction) سے متعارف ہوا۔ ان کہانیوں نے مجھے ساری کائنات اور زمان و مکاں کے تسلسل کی سیر کرا دی۔ پھر میں نے پڑھا کہ کیپٹن بُلارڈ (Captain Bullard) اور اس کے ساتھیوں نے کس طرح بے رحم خلائی قزاقوں کا مقابلہ کیا۔ ان کتابوں کے موضوعات میں پھٹ جانے والے سپرنووا (supernova) بھی تھے اور ان سیاروں کا ذکر بھی تھا جہاں کالونیاں بنالی گئی تھیں۔ میں نے جو ڈھیر ساری کہانیاں پڑھیں انھیں کسی نہ کسی سائنسی بنیاد پر ہی تحریر کیا گیا تھا اور اس کے ساتھ ہی روشنی کی رفتار سے زیادہ رفتار سے سفر نہ کر سکنے جیسے خلائی قوانین کی اکثر خلاف ورزیوں کو بھی داستانوں میں سمویا گیا تھا۔ ان کہانیوں میں مہم جوئی بھی تھی اور لطف بھی۔ ان کے علاوہ یہ ایسی بصیرت افروز بھی تھیں کہ ان سے کائنات اور اس میں موجود ممکنہ تہذیبوں کے بارے میں آگاہی ملتی تھی۔

فلکیات سے متعلق کتابوں سے میری اتفاقی شناسائی کی طرح آنے والے برسوں میں کئی اور طرح کی ایسی کتابوں کی طرف اتفاقی جھکاؤ ہوا جو تکنیکی تو نہیں تھیں مگر جنھوں نے سائنس اور ریاضی سے متعلق میری سوجھ بوجھ پر گہرے اثرات مرتب کیے۔ آج جب پیچھے مڑ کے دیکھتا ہوں تو یوں محسوس ہوتا ہے کہ میں نے جو بھی نصابی کورس اختیار کیے اُنکی نسبت غیر نصابی کتابوں نے میری سوچ پر کہیں زیادہ گہرے اثرات مرتب کیے اور یہ بات اس وقت زیادہ درست ثابت ہوئی جب میں ہائی سکول، کالج سے ہوتا ہوا گریجویٹ سکول تک جا پہنچا۔ دراصل جب میں کتابوں کو پڑھنا شروع کرتا تو اپنی مرضی کے مطابق پڑھنے کی ایک رفتار مقرر کر لیتا تھا اس لیے میں مضمون سے کبھی پیچھے نہیں رہتا تھا جبکہ کلاس میں اگر میں لیکچر کی رفتار کا ساتھ نہیں دے سکتا تھا تو وہ لیکچر مجھے ہمیشہ کے لیے پیچھے چھوڑ کر آگے بڑھ جاتا تھا۔ اس بات کو یوں سمجھئے کہ کلاس کے بلیک بورڈ پر جو لکھا جاتا تھا اس کے تفصیلی نوٹ حاصل کرنے کے عمل کے دوران یہ سمجھ ہی نہیں آتا کہ اسے لکھتے ہوئے کیا سمجھایا گیا تھا۔ اس لیے میں آج بھی ایک اچھی لکھی ہوئی کتاب کو ترجیح دیتا ہوں۔

جہاں تک مجھے یاد پڑتا ہے میرے مرشد (Mentor) میرے استاد یا وہ لوگ نہیں تھے جن سے میں ملا ہوں۔ یہ لوگ یا تو ان حیرت انگیز کتابوں کے مصنفین تھے جو میں نے پڑھی ہیں یا وہ لوگ تھے جن پر یہ کتابیں لکھی گئی ہیں۔ ای۔ ٹی۔ بیل (E.T.Bell) کی کتاب ''اصحابِ ریاضیات'' (Men of mathematics) میں ممتاز خواتین اور مرد ریاضی دانوں کی زندگی اور ان کے خیالات کے متعلق بتایا گیا ہے۔

اضافیت کے موضوع پر لکھی گئی کتابوں میں ذاتی طور پر میرے پسندیدہ مرشد البرٹ آئن سٹائن کے خیالات موجود ہوتے ہیں۔ میں ان کے اس جرأت مندانہ اقدام پر حیرت زدہ ہوں جس نے انھیں پہلے تو نیوٹن کی طبیعیات کو رد کرنے کا حوصلہ دیا اور روشنی کی لہروں والی خصوصیت کو بنیادی مسلمہ اصول بناتے ہوئے اس پر اپنے سائنسی انقلاب کی بنیاد رکھی۔ پھر اس کے بعد اسی سال 1905ء میں انھوں نے فوٹو الیکٹرک کے اثرات(photoelectric effect)[iii] سے متعلق اپنے کام کے سلسلے میں لکھا کہ روشنی کو کبھی کبھی ممیّز ذرات(discrete particles) کے طور پر بھی لینا چاہئے۔ اسی کام پر بعد میں انھیں نوبل انعام ملا تھا اور یہ کوانٹم میکانیات(quantum mechanics) کی بنیاد بن گیا۔ ان کی بیک وقت مختلف شعبوں میں تحقیقی کام کرنے کی صلاحیت میرے لیے ایک لائقِ تقلید نمونہ کی حیثیت رکھتی ہے۔ (یہ الگ بات ہے کہ میں ان کی سطح تک پہنچنے کی اُمید بھی نہیں کرسکتا!!)۔

ہائی سکول میں غالباً میرے پسندیدہ سائنسی مصنف نار برٹ وائنر(Norbert Wiener) تھے۔ میں نے ان کی تمام مقبول کتابیں پڑھی ہیں۔ ان میں ان کی دو جلدوں پر مشتمل خودنوشت سوانح بھی ہے اور ان کی غیر تیکنیکی انداز میں لکھی گئی وہ کتابیں بھی ہیں جن کے موضوعات انسان اور مشین کے درمیان ضبط ابلاغ(cybernetics) اور کنٹرول کے نظام اور حرحرکیات(thermodynamics) سے متعلق ہیں۔ مجھے خاص طور پر میکسویل(Maxwell) کے اس خیالی بھوت[iv] (Maxwell's Demon) کے خاکے نے بڑا متاثر کیا جو ناکارگی (entropy) کا رخ پلٹ سکتا تھا۔ 1800ء کی دہائی کے آخر میں میکسویل(Maxwell) نے ایسے بھوت کے تصور کی یوں وضاحت کی تھی کہ وہ ہوا سے بھرے ہوئے دو کمروں کے درمیان ایک چھوٹے سے دروازے میں کھڑا اپنی طرف ہوا کے بڑھتے ہوئے سالموں کو دیکھ رہا ہے۔ جب ایک تیز رفتار سالمہ اس کے بائیں جانب سے اس کے قریب آتا ہے تو وہ دروازہ کھول کر اسے دائیں جانب کے کمرے میں جانے دیتا ہے اور جب ایک سست رفتار سالمہ اس کی طرف دائیں جانب سے آتا ہے تو وہ اسے بائیں کمرے میں داخل ہونے کی اجازت دے دیتا ہے۔ آہستہ آہستہ دائیں جانب کا کمرہ بائیں جانب کے کمرے سے زیادہ گرم ہو جاتا ہے۔ اگر اس طرح کا کوئی عمل ممکن ہو جائے تو یہ عمل بظاہر توانائی کی غیر معمولی مقدار کو خرچ کیے بغیر استعمال کے قابل توانائی پیدا کر دے گا۔ اس سارے عمل میں بھوت پر لازم ہے کہ وہ سالموں پر نظر رکھنے پر اتنی ہی توانائی صرف کرے جتنی وہ انہیں بلحاظِ رفتار علیحدہ علیحدہ کر کے حاصل کرسکتا ہے۔ کوانٹم میکانیات کی ترقی سے پہلے یہ مسئلہ بہت گہرا تھا اور یہ سوال سب کے ذہنوں پر چھایا رہتا تھا کہ آخر بھوت استعمال کے قابل توانائی کیوں نہیں پیدا کرسکتا۔

مجھ میں تکنیکی کتابوں کو شروع سے آخر تک پڑھنے کا شوق کالج میں داخلہ لینے سے کچھ پہلے موسم گرما میں اس وقت پیدا ہوا جب ایک پروفیسر نے مجھے بتایا کہ میں اعلیٰ تعلیم کے کورس میں اسی صورت داخلہ لے سکتا ہوں جب میں پال ہالموس (Paul Halmos)[(v)] کی ریاضی پر دو کتابیں پڑھ لوں۔ان میں سے ایک کتاب کا تعلق محدود جہتوں کی ویکٹر سپیس (Finite Dimensional Vector Space) سے تھا۔ مجھے یہ کتاب بہت پسند آئی۔ میں نے موسم سرما کی چھٹیوں کے دوران تپ دق کے ایک ہسپتال کی لانڈری میں ملازمت کر لی تھی۔ بس میں بیٹھ کر اس لانڈری تک جانے اور آنے کے دوران اس کتاب کو پڑھتا رہتا تھا اور اس سے مجھے پتا چلا کہ تکنیکی چیزوں کو پڑھنے کی صلاحیت وقت کے ساتھ ساتھ بڑھتی چلی جاتی ہے۔ یہ بات مجھے عجیب معلوم ہوتی ہے کہ ہم سائنس کو سیکھنے کے لیے اپنی تمام تر توجہ لیکچروں پر مرکوز کر دیتے ہیں جبکہ گریجویشن کر لینے والوں کو چاہیے کہ اگر وہ اپنی علمی صلاحیت کو ایک تسلسل کے ساتھ بڑھانا چاہتے ہیں تو وہ سائنس کو لیکچروں کے بغیر کتابیں پڑھ کر حاصل کریں۔ کتابیں ہر وقت ہمارے ساتھ رہ سکتی ہیں۔

حواشی

* **تعارف:** جیمز اے یورک (James A Yorke)، 1941ء میں امریکا کی ریاست نیو جرسی میں پیدا ہوئے۔ وہ یونیورسٹی آف میری لینڈ (Universit of Maryland) میں ریاضی اور نظریاتی طبیعیات کے ممتاز پروفیسر ہیں۔انھوں نے 1975ء میں ٹی۔وائی۔لی (T.Y. Li) کے ساتھ مل کر کتاب، ''تیسرے دورانیے کا مطلب ہے بے نظمی'' (Period Three Implies Chaos) لکھی جس میں ریاضی کی ایک کیفیت کو بیان کرنے کے لیے انھوں نے پہلی بار بے نظمی (Chaos) کا لفظ استعمال کیا چنانچہ اس کیفیت کے لیے یہ اصطلاح مستعمل ہوگئی۔

(i)۔ جوہنس کیپلر (Johannes Kepler) (1571ء–1630ء) جرمنی کے ریاضی دان، ماہر فلکیات اور ماہر علم نجوم تھے۔ وہ سترھویں صدی کے سائنسی انقلاب کی ممتاز شخصیات میں سے ایک تھے۔ ان کی خصوصی شہرت سیاروں کی حرکت کے قانون کو دریافت کرنے سے ہوئی ہے اور ان کے کام کی بنیاد پر ہی نیوٹن نے کششِ ثقل کا کائناتی نظریہ قائم کیا تھا۔ کیپلر نے اپنی نئی فلکیات کی تشریح کے لیے ''فلکی طبیعیات'' کی اصطلاح استعمال کی تھی۔ سیّاروں کی حرکت کے کیپلر قوانین فلکیات کے مضمون کا بنیادی جزو ہیں۔

(ii)۔ پالومر (Palomar) پہاڑی کیلی فورنیا کے علاقے سین ڈیاگو (San Diego) میں ہے۔

(iii)۔ فوٹو الیکٹرک اثر (Photoelectric effect) وہ عمل ہے جس میں کسی دھات کی سطح پر پڑنے والی برقی مقناطیسی شعاؤں کے زیرِ اثر برقیئے (electron) خارج ہوتے ہیں۔ ان برقیوں کو فوٹو الیکٹرون (photoelectron) کہا جاتا ہے۔ آئن اسٹائن نے 1905ء میں اس عمل کی تشریح کے لیئے شعاؤں کی لہری۔ذرّاتی دوعملی (Wave-particle duality) کا استعمال کیا تھا۔

(iv)۔ جیمز کلارک میکسویل (James Clark Maxwell) دیکھیئے صفحہ نمبر 26۔
انھوں نے ثابت کیا تھا کہ برقی مقناطیسی لہریں اور روشنی دونوں ایک ہی قسم کے مظاہر ہیں۔ میکسویل کا بھوت، حرارت اور شماریات کی طبیعیات میں ایک ذہنی تجربہ ہے جو یہ ظاہر کرتا ہے کہ حرحرکیات (Thermodynamics) کے دوسرے قانون

کی یقینی حیثیت صرف شماریاتی نکتہ نظر سے ہی متعین کی جاسکتی ہے۔

(v)۔ پال ہالموس (Paul Halmos) (1916ء–2006ء) ہنگری نژاد امریکی ریاضی دان تھے۔انھوں نے ریاضی کے جن اہم موضوعات پر انتہائی اہم اور اساسی نوعیت کے قابلِ قدر اضافے کیے ان میں نظریہ احتمال Probablity theory شماریات (Statistics)، آپریٹر نظریہ (Operator theory) اور فنکشنل تجزیہ (Functional Analysis) شامل ہیں۔

یہ بالکل ممکن ہے

(It is Possible)

احمد ایچ۔ زویل*

(Ahmed H. Zewail)

کیلی فورنیا انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی، امریکا

(California Institute of Technology, USA)



© Courtesy of Ahmed H. Zewail

میں دریائے نیل کی روزیٹا(Rosetta) شاخ کے ساحلوں پر واقع شہر دامنہور (Damanhur) میں پیدا ہوا جو شہر ہورس (City of Horus) کہلاتا ہے اور اسکندریہ [i] سے صرف 60 کلومیٹر کی دوری پر ہے۔ ماضی کے حوالے سے یہ بات بڑی غیر معمولی ہے کہ میرے عہد طفلی کا آغاز دو عظیم مقامات کے درمیان ہوا، ایک روزیٹا(Rosetta) وہ شہر جہاں مشہور ''روزیٹا پتھر'' (Rosetta Stone)[ii] دریافت ہوا اور دوسرا اسکندریہ (Alexandria) جو قدیم علوم وفنون کا مرکز تھا۔ میں دو پیار کرنے والے والدین اور تین بہنوں پر مشتمل خاندان کا اکلوتا بیٹا ہوں۔ میرے والد بڑے خوش مزاج اور دوسروں کے کام آنے والوں میں سے تھے، اس لیے شہر کے لوگ انھیں پسند کرتے اور ان کا احترام کرتے تھے۔ میرے والد نے بہت اچھی زندگی گزاری، وہ سرکاری ملازم بھی تھے اور ان کا اپنا کاروبار بھی تھا۔ میری والدہ بھی نیک دل اور قناعت پسند خاتون تھیں۔ انھوں نے اپنی ساری زندگی اپنے بچوں، خاص طور پر میرے لیے وقف کر دی تھی۔ اپنی شفقت، اپنے سرتاپا خلوص اور اپنی آبائی ذہانت کی بدولت وہ میری زندگی کا مرکز بن گئی تھیں۔ ہمارا خاندان اگرچہ مختصر ہے مگر دامن ہور میں زویل (Zewails) اچھے خاصے مشہور ہیں۔

میرے خاندان کا یہ خواب تھا کہ میں باہر سے ایک اعلیٰ تعلیمی سند حاصل کر کے واپس آؤں اور یونیورسٹی پروفیسر بنوں۔ میری مطالعہ گاہ کے دروازے پر ''ڈاکٹر احمد'' کی تختی اس وقت سے ہی آویزاں کر دی گئی تھی جب میرے ڈاکٹر بننے میں ابھی ایک مدت باقی تھی۔ میرے والد تو یہ دن دیکھنے کے لیے زندہ رہے مگر

میرے چچا یہ دن نہ دیکھ سکے۔ چچا رزق (Rizk) بچپن سے ہی میرے دل میں خاص مقام رکھتے تھے۔ میں نے ان سے بہت کچھ سیکھا تھا، جیسے تنقیدی تجزیہ، موسیقی سے لطف اندوز ہونا اور عوام الناس اور علمی شخصیات کے ساتھ یکساں سطح پر گھل مل جانا۔ ان کا اپنی دانشمندی کی وجہ سے احترام کیا جاتا تھا، وہ مالی طور پر خوشحال تھے اور خود آموزی سے تعلیم پائی تھی۔ میری دلچسپی پڑھنے، موسیقی، کچھ ورزشی کھیلوں اور گوٹیاں کھیلنے (backgammon) میں تھی۔ مجھے موسیقی کو سمجھنے اور اس سے لطف اُٹھانے کا سلیقہ عظیم گائیکا اُمِّ کلثوم (iii) کی موسیقی سُن کے آیا تھا۔ انھیں کوکب الشرق یعنی مشرق کا ستارہ یونہی نہیں کہا جاتا۔ موسیقی سے ہٹ کر مجھے سچی خوشی پڑھنے سے حاصل ہوتی تھی۔ یہ کیفیت آج بھی قائم ہے۔

جب میں لڑکا ہی تھا تو یہ بات واضح ہوگئی تھی کہ میرا رجحان طبیعی سائنسوں کی طرف ہے۔ ریاضی، میکانیات اور کیمیا وہ مضامین تھے جن سے مجھے خاص قسم کا اطمینان حاصل ہوتا تھا۔ میرے لیے سماجی سائنسوں میں اس لیے کشش نہیں تھی کیونکہ اس زمانے میں ان مضامین کو پڑھانے والے زیادہ زور ناموں اور ان سے متعلق دوسری چیزوں کو رٹنے پر دیتے تھے اور اس صورت حال میں کسی نامعلوم وجہ کی بنا پر میرا دماغ ''کیوں'' اور ''کیسے'' جیسے سوالات میں اُلجھ کے رہ جاتا تھا۔ مجھ میں یہ خصوصیت میری زندگی کے آغاز سے ہی ہے کہ مجھے رٹنے کے بجائے سمجھنا زیادہ پسند تھا۔ مجھے یاد ہے کہ جب میں نوعمر تھا تو میکانیات کا کوئی مشکل مسئلہ حل کرنے پر میں جھوم اٹھتا تھا۔ مثال کے طور پر کسی کار کے پہاڑی پر چڑھنے اور اُترنے میں جو فعال قوتیں کام میں آتی ہیں ان سب کے متعلق غور کرنا اور کسی نتیجے پر پہنچنا مجھے اچھا لگتا تھا۔ اگرچہ کیمیا میں بھی کچھ رٹا لگانے کی بات آتی ہے مگر مجھے کیمیا کی ریاضی نے سحر زدہ کرلیا تھا اس لیے یہاں رٹا بھی گوارا تھا۔ پھر کیمیا کی خوبی یہ ہے کہ یہ لیبارٹری کے اندر ایسے مظاہر مہیا کرتی ہے جنھیں میں خود سے تخلیق کرنا اور سمجھنا چاہتا تھا۔ میں نے نوعمری میں، ماں کا تیل سے جلنے والا چولھا لے کر (جس پر وہ عربی کافی بناتی تھیں) اس کی مدد سے کچھ شیشے کی ٹیوبیں جوڑ کر اپنے بیڈ روم میں ایک آلہ تیار کرلیا تھا تاکہ میں یہ دیکھ سکوں کہ لکڑی جل کر کیسے گیس اور کچھ مائع میں تبدیل ہوتی ہے۔ مجھے یہ بات آج بھی صرف سائنس کے حوالے سے نہیں بلکہ اس حوالے سے بھی یاد ہے کہ میرے اس تجربے میں ہمارے گھر کے جل جانے کا بھی خطرہ موجود تھا۔ مجھ پر آج بھی یہ بات واضح نہیں ہے کہ اتنی کم عمری میں، میں نے سائنس میں یہ دلچسپی کیونکر پال لی تھی۔

ہائی سکول کی تعلیم مکمل کرنے کے بعد میں نے کئی یونیورسٹیوں میں داخلے کی درخواست دی۔ مصر میں آپ کو ایسی درخواستیں ایک مرکزی دفتر میں بھیجنا پڑتی ہیں جہاں آپ کے گریڈ کے مطابق آپ کو کسی یونیورسٹی میں داخلہ دیا جاتا ہے اور یہ ممکنات میں سے ہوتا ہے کہ آپ نے اپنی پسند کی جن یونیورسٹیوں کی

فہرست دی ہے ان میں سے ہی کسی میں آپ کو داخلہ مل جائے۔ ساٹھ کی دہائی میں سب سے زیادہ پسندیدہ مضامین انجینئرنگ، طِب، دواسازی اور سائنس تھے۔ مجھے اسکندریہ یونیورسٹی کے سائنس کے شعبے میں داخلہ ملا۔ اس فیصلے میں میرا قطعی کوئی ہاتھ نہیں تھا۔ سارا عمل دخل قسمت کا ہی تھا جس نے مجھے وہ پیشہ فراہم کر دیا جس سے مجھے آج بھی بڑا لگاؤ ہے۔ اس وقت مجھے اپنے جذبات کی اس گہرائی کا علم نہیں تھا اور اگر مجھے تعلیم کے کسی دوسرے شعبے میں بھیج دیا جاتا تو میں شاید اس بات پر اصرار بھی نہ کرتا کہ مجھے سائنس کے شعبے میں ہی جانا ہے۔ مجھے سائنس کے لیے اپنے ان جذبات کا اس دن احساس ہوا جب میں پہلے دن اپنے چچا کے ساتھ محارم بیک (Maharem Bek) میں واقع یونیورسٹی کیمپس میں داخل ہوا۔ اس وقت میری آنکھوں میں آنسو آ گئے جب میں نے یونیورسٹی کی عظمت اور اس کے ماحول کے تقدس کو محسوس کیا۔ آنے والے چار برسوں میں میرے گریڈ میرے اس خصوصی جذبے کی عکاسی کرتے رہے۔ میں نے سب سے بڑے اعزاز کے ساتھ گریجویشن کی۔ اسے ''امتیاز کے ساتھ درجہ اوّل کا اعزاز'' کہا جاتا ہے۔ ان امتیازی نمبروں کی بدولت مجھے بحیثیت طالب علم تیرہ پونڈ کے لگ بھگ ماہانہ وظیفہ دیا گیا۔ یہ وظیفہ یونیورسٹی گریجویٹ کے وظیفے کے قریب تھا۔ اس زمانے میں یونیورسٹی گریجویٹ طالب علم کو سترہ پونڈ ماہانہ ملتے تھے۔

بی ایس سی کی ڈگری حاصل کرنے کے بعد مجھے یونیورسٹی میں ڈیمانسٹریٹر (demonstrator) کا عہدہ دے دیا گیا۔ اس عہدے کو ''معید'' کہتے ہیں اور اس سے ایم ایس سی اور پھر پی ایچ ڈی کرنے کے لیے تحقیق کرنے کی سہولت میسر آ جاتی ہے۔ اس کے ساتھ ہی اسکندریہ یونیورسٹی میں انڈر گریجویٹ طلبہ کو پڑھانے کی ذمہ داری بھی سونپ دی جاتی ہے۔ یہ ایک ایسا میعادی عہدہ ہے جو ایک طرح سے یونیورسٹی کے اسی شعبے میں ملازمت کی ضمانت ہوتا ہے۔ پڑھانے میں، میں اتنا کامیاب رہا کہ ابھی میں پروفیسر نہیں ہوا تھا کہ میں نے پروفیسر کے لیکچر کے بعد طلبہ کی مدد کے لیے انھیں ''پیشہ ورانہ لیکچر'' دینے شروع کر دیئے تھے۔ اس تجربے کے دوران مجھے سائنس اور قدرتی مظاہر کو واضح اور سادہ انداز میں بیان کرنے سے بہت سرور حاصل ہوا۔ طلبہ جن کی تعداد پانچ سو یا اس سے کچھ زیادہ تھی جس طرح میرے کام کو سراہتے تھے، اس سے میری خوشی دوبالا ہو جاتی تھی۔ اکیس سال کی عمر میں، معید کی حیثیت سے کام کرتے ہوئے میرا یہ ایمان تھا کہ ہر کائناتی مظہر کی وضاحت کے پیچھے یقیناً حسن اور سادگی موجود ہوگی۔ میرا یہ یقین آج بھی قائم ہے۔ جہاں تک اس تحقیق کا تعلق ہے جو ایم ایس سی کے لیے ضروری ہوتی ہے، اسے میں نے آٹھ ماہ کے اندر مکمل کر لیا تھا اور میں پی ایچ ڈی کے لیے تحقیق کرنے کے لئے تیار ہو چکا تھا۔ مگر حالات میرے امریکا جانے کے حق میں نہیں تھے۔ پہلی بات یہ کہ بیرون ملک میرا کسی سے رابطہ نہیں تھا۔ دوسرے یہ کہ 1967ء کی جنگ ان ہی دنوں میں ختم ہوئی

تھی اور مصر میں امریکا کے بارے میں خیر سگالی انتہائی کم سطح پر آ گئی تھی۔ اس لیے تعلیمی وفود صرف سوویت یونین یا مشرقی یورپ کے ملکوں میں بھیجے جا رہے تھے۔ اس صورت میں مجھے کسی امریکی یونیورسٹی سے براہ راست وظیفے کی ضرورت تھی۔ چنانچہ درجن بھر امریکی یونیورسٹیوں سے خط و کتابت کے بعد پنسلوانیا یونیورسٹی (Pennsylvania University) اور کچھ دوسری یونیورسٹیوں نے مجھے وظیفے کی پیشکش کر دی۔ یہ وظیفہ ٹیوشن فیس اور ذاتی اخراجات کے لئے تقریباً 300 امریکی ڈالر پر مشتمل تھا لیکن اس پیشکش کے باوجود امریکا جانے کے راستے میں حائل رکاوٹیں ابھی دور نہیں ہوئی تھیں۔ مجھے قواعد وضوابط اور نوکر شاہی کی رکاوٹوں کو عبور کرنے کے لیے بہت زیادہ توانائی صرف کرنا پڑی۔

جب میں امریکا پہنچا تو مجھے یوں محسوس ہوا جیسے کسی نے مجھے اٹھا کر سمندر میں پھینک دیا ہے۔ یہ سمندر علم، ثقافت اور مواقع سے پُر تھا۔ مجھے صرف دو ہی باتوں کا انتخاب کرنا تھا اور وہ یہ تھیں کہ یا تو میں اس سمندر میں تیرتا چلا جاؤں اور یا ڈوب جاؤں۔ اس کے سوا میرے پاس اور کوئی راستہ نہیں تھا۔ اس ملک کی ثقافت میرے لیے غیر مانوس تھی، پھر اس کی زبان بھی مشکل تھی مگر میری اُمیدیں اتنی بلند تھیں کہ ان سب پر قابو پانا ناممکن نہیں تھا۔ میں انگریزی نہ تو روانی کے ساتھ بول سکتا تھا اور نہ لکھ سکتا تھا اور مجھے مغربی ثقافت کے متعلق کچھ تھوڑی بہت اور امریکی ثقافت کے متعلق کوئی خاص معلومات نہیں تھیں۔ یونیورسٹی آف پنسلوینیا میں ایک مصری کی حیثیت سے مَیں پروفیسروں اور طلبہ کی نظروں میں آنے لگا کیونکہ میں بہت اچھے نمبر لیتا تھا اور تحقیق کا ایک کورس بھی شروع کرنے میں کامیاب ہو گیا تھا۔ میری مطبوعات کی فہرست بڑھ رہی تھی لیکن اس سے زیادہ اہم بات یہ تھی کہ میں کیمیا، طبیعیات اور دوسرے مضامین میں عملی طور پر روزانہ نئی چیزیں سیکھ رہا تھا۔ میں قریب قریب دن رات مصروف ہی رہتا اور ایک وقت میں کئی تحقیقات پر کام کرنا میرا معمول تھا۔ آج جب میں اس کے متعلق سوچتا ہوں تو میں یہ سب کچھ اتنی تیزی سے دوبارہ کرنے کا سوچ بھی نہیں سکتا۔ لیکن اس وقت کی بات ہی کچھ اور تھی۔ اس وقت میں ''جوان اور معصوم'' تھا۔ میری پی ایچ ڈی کے لیے تحقیق اور ڈگری کی دوسری ضرورتیں 1973ء میں مکمل ہو گئی تھیں لیکن اسی زمانے میں مشرق وسطیٰ میں ایک اور جنگ چھڑ گئی۔

یہی وہ وقت تھا جب میرے اندر یہ خواہش بڑی توانا ہوئی کہ میں مصر واپس پہنچ کر یونیورسٹی کا پروفیسر بن جاؤں۔ اگرچہ امریکا میں اپنے قیام کے ابتدائی زمانے میں مجھے نوکر شاہی کا وہ سلوک اچھی طرح یاد تھا جس نے مصر سے میری روانگی میں رکاوٹیں کھڑی کر کے مجھے مایوسیوں میں دھکیل دیا تھا مگر وقت کے ساتھ ساتھ حالات بدل گئے تھے۔ مجھے نوکر شاہی کا سلوک تو یاد نہیں رہا البتہ بچپن کی خوشگوار یادیں ضرور تازہ ہو گئیں اور مصر نے مجھے آگے بڑھنے کے جو مواقع فراہم کیے وہ یاد آنے لگے۔ یوں واپسی میرے لیے اہم ہو گئی

لیکن اس کے ساتھ مجھے یہ احساس بھی تھا کہ مجھے مصر میں وہ سائنسی ماحول نہیں ملے گا جس سے میں امریکا میں مستفید ہوتا رہا ہوں۔ میں جانتا تھا کہ اگر میں امریکا میں مزید چند برس ٹھہرا رہوں تو اس سے مجھے اور میرے خاندان کو دو مواقع مل جائیں گے۔ ایک یہ کہ میں کسی اور جگہ کسی اور شعبے میں تحقیق کا سوچ سکتا ہوں (اور پروفیسری کے آداب بھی آ جائیں گے)۔ دوسرے یہ کہ جب میری تنخواہ گریجویٹ طالب علم سے زیادہ ہوگی تب ہم ایک بڑی امریکی کار خرید سکیں گے اور یہ کار اسکندریہ یونیورسٹی کے نئے پروفیسر کے شایان شان ہوگی۔ ان باتوں کو سوچ کر میں نے امریکا میں تین، جرمنی میں ایک اور ہالینڈ میں ایک درخواست بھیج دی۔ یہ پانچوں درخواستیں میں نے دنیا کے نامور پروفیسروں کے ماتحت کام کرنے کے لیے دی تھیں اور یہ سب کی سب منظور ہوگئیں مگر میں نے برکلے کو ترجیح دی۔

1974ء کے اوائل میں ہم نئے مواقع حاصل ہونے کی پُر جوشیاں لیے برکلے چلے گئے۔ ثقافتی طور پر فلاڈلفیا سے برکلے جانا قریب قریب اتنا ہی پُرتحیّر تھا جتنا اسکندریہ سے فلاڈلفیا آنا تھا۔ برکلے ایک نئی دنیا تھی۔ میں نے پہلی دفعہ ٹیلی گراف ایونیو کو دیکھا تو یہ دونوں علاقوں میں فرق کو جاننے کے لیے کافی تھا۔ میری کئی گریجویٹ طلبہ سے بھی ملاقاتیں ہوئیں جن کی زبان اور رویہ ایسا تھا جو میں نے پہلے کبھی نہیں دیکھا تھا، نہ اسکندریہ میں اور نہ فلاڈلفیا میں۔ برکلے میں میرے راستے کی رکاوٹیں اتنی زیادہ نہیں تھیں جتنی رکاوٹوں کا مجھے پنسلوانیا یونیورسٹی پہنچنے پر سامنا کرنا پڑا تھا۔ اس کی وجہ یہ تھی کہ ایک تو میں امریکا کی ثقافت سے مانوس ہوگیا تھا، دوسرے یہ کہ میں اب سائنسی اعتبار سے پہلے سے بہت تجربہ کار ہو چکا تھا۔ برکلے سائنس کے لیے بہت اچھی جگہ تھی، خاص طور پر اعلیٰ پیمانے کی سائنس کے لیے۔ یہ بھی طے ہو چکا تھا کہ میں نے کس سمت میں تحقیق کرنی ہے، کیونکہ مجھ پر ربط کے تصوّر (concept of coherence) کی اہمیت فوری طور پر واضح ہوگئی تھی۔ میں نے اس مسئلہ کو حل کرنے کا فیصلہ کیا اور بہت مختصر وقت میں اس کے لیے ایک ایسی بھرپور نظریاتی بنیاد تیار کر لی جو میرے لیے نئی تھی۔ میں یہ سمجھتا ہوں کہ برکلے میں قیام کا یہ مختصر وقت آنے والے برسوں میں میری تحقیق کے لیے بہت اہم ثابت ہوا۔ ہم نے نظریہ ربط پر دو مضامین لکھے، ان میں سے ایک کا تعلق نظریے سے اور دوسرے کا تجربات سے تھا۔ یہ دونوں فزیکل ریویو (Physical Review) میں شائع ہوئے۔ ان مضامین کے بعد ہمارے دوسرے کام کے متعلق مضامین بھی شائع ہوتے رہے اور میں نے نظریہ ربط کو کثیرالجہتی نظاموں تک پھیلا دیا۔ اس پر میں نے پہلی بار کسی دوسرے کی شراکت کے بغیر اس وقت مضمون شائع کیا جب میں برکلے میں ہی تھا۔ اس کے علاوہ میں نے دوسرے گریجویٹ طلبہ کے ساتھ مل کر کئی مضامین شائع کیے۔

اسی زمانے میں کئی ممتاز یونیورسٹیوں نے نئی اسامیوں کا اعلان کیا اور مجھے تحریک ہوئی کہ ان اسامیوں کے لیے درخواست دوں۔ میں نے کوئی درجن بھر مختلف جگہوں پر درخواست دینے کا فیصلہ کیا جس کے بعد انٹرویو شروع ہوئے تو مختلف علاقوں کی سیر کا لطف لینے کے بعد مجھے ہارورڈ(Harvard)، کالٹیک(caltech)، شکاگو(Chicago)، رائس(Rice)اور نارتھ ویسٹرن(North western) سمیت کئی جگہوں سے اسسٹنٹ پروفیسر کی پیشکش ملی۔کالٹیک میں اگرچہ مجھے دوتھکا دینے والے دن گذارنے پڑے اور ہرآدھے گھنٹے بعد کیمیا اور کیمیکل انجینئرنگ کی فیکلٹی کے ایک مختلف رکن کا سامنا کرنا پڑا مگر میرا انٹرویو بہت اچھا رہا۔ یہ سارے لمحات پرجوش، حیران کردینے والے اور یاد رکھنے کے لائق تھے۔اس دوران بات چیت بہت اچھی رہی اور میرے سٹائل کی کچھ ایسی تعریف بھی ہوئی جس کا میں حق دار نہیں تھا۔ایک موقع پر میں نظریہ ربط کی اُس تصویر کی وضاحت کر رہا تھا جو ایف وی ایچ(FVH) کے نام سے جانی جاتی ہے اور جس میں ایف کالٹیک کے مشہور طبیعیات دان اور نوبل انعام یافتہ فین مین (Feynman) کے لیے استعمال ہوا ہے۔ میں بلیک بورڈ پر یہ نام لکھنے لگا تو میں اس نام کے ہجوں پر اچانک اٹک گیا، آدھا نام لکھ کر میں سامعین کی طرف متوجہ ہوا اور میں نے پوچھا''کیا آپ کو فین مین کے نام کے ہجے آتے ہیں۔'' ایک زبردست قہقہہ بلند ہوا اور سامعین نے یہی سمجھا کہ میں مذاق کر رہا ہوں جبکہ میں مذاق نہیں کر رہا تھا۔کالٹیک کی پیشکش قبول کرنے کے بعد مجھے دوسال کے لیے ملازمت ملی اور تحقیق کا جو گروپ دیا گیا وہ خاصا مستحکم تھا۔ مجھے کالٹیک کی پیشکش قبول کرنے پر کبھی افسوس نہیں ہوا۔

کالٹیک میں جو ماہ وسال گزرے،ان کے دوران میرے سائنسی خاندان میں دنیا بھر کے لوگ شامل ہو گئے۔ان میں سے ہر فرد کا پس منظر،اس کی ثقافت اور صلاحیت مختلف تھی۔ ہماری یہ چھوٹی سی دنیا بڑی متنوع تھی۔ میں ایک ایسے ماحول میں کام کر رہا تھا جو روزانہ نیا جوش وجذبہ عطا کرتا تھا۔ نئے چیلنج اور نئی اُمیدیں لاتا تھا۔ میرے ریسرچ گروپ میں گریجویٹ طلبہ، ڈاکٹریٹ کے بعد کی تعلیم مکمل کرنے والے اور باہر سے آئے ہوئے ایسوسی ایٹس کی تعداد200 کے لگ بھگ رہی۔ان میں سے زیادہ تر ممتاز علمی، صنعتی، تعلیمی اور سرکاری عہدوں پر فائز ہیں۔ سائنس کی بستی میں ایسے ذہین لوگوں کا ساتھ انتہائی مفید تجربہ تھا۔کالٹیک میرے لیے سازگار جگہ تھی۔

میرے تمام بچے امریکا میں پیدا ہوئے۔میری دو بیٹیاں ہیں جن پر مجھے ناز ہے۔ میری بیٹی ماہا(Maha) نے کالٹیک سے بی ایس سی اور ٹیکساس یونیورسٹی آسٹن(Texas University, Austin) سے پی ایچ ڈی کی ہے۔دوسری بیٹی امانی(Amani) نے برکلے (Berkeley) سے بی ایس سی کی ہے اور اب شکاگو یونیورسٹی میں ایم ڈی(M.D) کر رہی ہے۔میری بیوی دیما(Dema) نے دمشق یونیورسٹی سے ایم ڈی کیا تھا پھر

کیلی فورنیا یونیورسٹی سے پبلک ہیلتھ میں ماسٹرز کیا۔ ہمارے دو چھوٹے بیٹے نبیل اور حانی ہیں اور ان سے ہماری زندگیوں کی بہار قائم ہے۔

میرا مصر سے امریکا تک کا سفر حیرتوں سے عبارت ہے۔ جب میں معید تھا تو مجھے نوبل انعام کی اس اثر آفرینی کے متعلق کچھ علم نہیں تھا جسے میں آج مغربی دنیا میں مشاہدہ کر سکتا ہوں۔ مصر میں قیام کے دوران مشہور مصری سائنسدانوں اور مصنفین کو جس دن صدر کی طرف سے اعزاز دینے کی تقریب ہوتی تو ہم ٹی وی کے گرد اکٹھے ہو جاتے یا اخبارات میں پڑھتے تو میرے لیے اور میرے دوستوں کے لیے وہ لمحہ بڑا سنسنی خیز ہوتا اور ہم سوچتے کہ شاید ایک دن ہمیں بھی سائنس یا ادب میں ایسا ہی اعزاز ملے گا۔ چند عشروں کے بعد جب صدر حسنی مبارک نے مجھے فرسٹ کلاس، آرڈر آف میرٹ (Order of Merit) اور ملک کے سب سے بڑے اعزاز کلادۃ النیل (Grand Collar of the Nile) سے نوازا، تو یہ وہ لمحہ تھا جب لڑکپن کے جذبات میری یادداشت میں ایک بار پھر ابھر آئے۔ میں نے کبھی یہ توقع نہیں کی تھی کہ اہرام مصر کے قریب کھڑے ہو کر میں نے جو تصویر کھنچوائی تھی وہ ڈاک کے ٹکٹ پر شائع ہو گی اور وہ سکول جس میں، میں ایک بچے کی حیثیت سے جاتا تھا اور روزیٹا کی طرف جانے والی سڑک کا نام میرے نام پر رکھ دیا جائے گا۔ یقیناً میں نے کبھی یہ خواب نہیں دیکھا تھا کہ مجھے نوبل انعام سے نوازا جائے گا۔ مگر آج میں جانتا ہوں کہ یہ بالکل ممکن ہے کیونکہ انسانی کامیابیوں کو نہ تو کسی نسل اور نہ کسی نسب کا پابند کیا جا سکتا ہے۔

حواشی

* **تعارف:** احمد حسن زویل (Ahmed H. Zewail) (پیدائش 1946ء) مصری نژاد امریکی سائنسدان ہیں جنھوں نے فیمٹو کیمسٹری (Femto chemistry) میں اپنے منفرد کام پر 1999ء میں نوبل انعام حاصل کیا تھا۔ اس وقت وہ کیلی فورنیا کی انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی میں کیمیا اور طبیعیات کے پروفیسر ہیں۔

(i)۔ اسکندریہ مصر کا دوسرا بڑا شہر ہے۔ اسے فرعونوں کے ایک چھوٹے سے شہر کے قریب 331 ق م میں یونان کے سکندر اعظم نے آباد کیا تھا۔ جس کے بعد یہ ایک ہزار سال تک مصر کا دارالحکومت رہا۔ جب مسلمانوں نے 641ء میں مصر کو فتح کر لیا تو انھوں نے فسطاط شہر کو دارالحکومت بنایا جسے حضرت عمرو بن العاصؓ نے آباد کیا تھا۔ اسکندریہ بحیرۂ روم کے ساحل پر واقع ہے اور مصر کی سب سے بڑی بندرگاہ ہے۔

(ii)۔ روزیٹا پتھر (Rosetta stone) جسے عربی میں 'حجرِ رشید' کہتے ہیں، بڑی تاریخی اہمیت کا حامل ہے۔ اس پر یونانی نژاد فرعون ٹالیمی پنجم (Ptolemy) کا فرمان کندہ ہے۔ یہ فرمان قدیم مصری، قدیم مصری عربی اور قدیم یونانی زبانوں میں ہے۔ اور 196 ق م میں جاری کیا گیا تھا اسے 1799ء میں فرانسیسی سپاہیوں نے رشید شہر کے قریب دریافت کیا تھا پھر یہ برطانیہ کے قبضے میں چلا گیا اور 1802ء سے لندن کے عجائب گھر میں رکھا ہوا ہے۔ اس پر کندہ عبارتوں کی بدولت فراعنہ مصر کے زمانے کی تصویری تحریروں کو سمجھنے میں مدد ملی۔

(iii)۔اُمِّ کلثوم 1975ء-1898ء مصری گائیکا، گیت نگار اور اداکارہ تھیں۔ ان کے انتقال کو پچاس سال سے زائد کی مدت ہوگئی ہے لیکن آج بھی انھیں عربی موسیقی کی تاریخ کی عظیم خاتون گائیکا کا مقام دیا جاتا ہے۔



ڈیزائن: فرح محمود عدنان